Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

K. Kraepelin

Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt

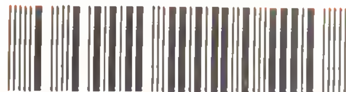


Verlag von B. G. Teubner in Leipzig



Ein vollständiges Verzeichnis der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" befindet sich am Schluß dieses Bandes.

N 400: 807.



Verlag von B. G. Teubner in

Künstlerischer Wandschmuck

für Haus und Schule. Farbige Künstlersteinzeichnungen

Gerade Werke echter Heimatkunst, die einfache Motive ausgestalten, bieten nicht nur den Erwachsenen Wertvolles, sondern sind auch dem Kinde verständlich. Sie eignen sich deshalb besonders für das deutsche Haus und können seinen schönsten Schmuck bilden. Der Versuch hat gezeigt, daß sie sich in vornehm ausgestatteten Räumen ebensogut zu behaupten vermögen, wie sie das einfachste Wohnzimmer schmücken.
Auch in der Schule finden die Bilder immer mehr Eingang. Maßgebende Pädagogen haben den hohen Wert der Bilder anerkannt, mehrere Regierungen haben das Unternehmen durch Ankauf und Empfehlung unterstützt.



J. Bergmann: Seerosen

Größe 100×70 cm. Preis 6 Mark. Ohne Glas gerahmt 14 Mark. Mit Glas gerahmt 19 Mark. Passende Rahmenfarbe dunkelrot.

„Es läßt sich kaum noch etwas zum Ruhme dieser wirklich künstlerischen Steinzeichnungen sagen, die nun schon in den weitesten Kreisen des Volkes allen Beifall gefunden und — was ausschlaggebend ist — von den anspruchvollsten Kunstfreunden ebenso begehrt werden wie von jenen, denen es längst ein vergeblicher Wunsch war, das Heim wenigstens mit einem farbigen Original zu schmücken. Was sehr selten vorkommt: Hier begegnet sich wirklich einmal des Volkes Lust am Beschauen und des Kenners Freude an der künstlerischen Wiedergabe der Außenwelt." (Kunst für Alle XII.)

„Alt und jung war begeistert, geradezu glücklich über die Kraft malerischer Wirkungen, die hier für verhältnismäßig billigen Preis dargeboten wird. Endlich einmal etwas, was dem öden Öldruckbilde mit Erfolg gegenübertreten kann."
(Pfarrer Naumann in der „Hilfe".)

Katalog mit ca. 140 farbigen Abbildungen gegen Eins. von 20 Pf. postfrei vom Verlag.

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen
79. Bändchen

Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt

Von

Prof. Dr. K. Kraepelin
Direktor des Naturhistorischen Museums in Hamburg





Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig 1905

Vorwort.

Das vorliegende Werkchen gibt in gedrängter Kürze den Inhalt eines Vortragszyklus, den ich im Wintersemester 1904/05 in Hamburg gehalten habe. Dem Ansuchen des Verlegers, diese Vorträge zu veröffentlichen, bin ich erst nach längerem Zögern gefolgt, da ich mir wohl bewußt war, daß das umfassende Thema zur befriedigenden Durchführung ein jahrelanges spezielles Studium erfordert und zudem nur schwer in den engen Rahmen dieser Hefte sich fügen konnte. Zuletzt hat doch die Wahrnehmung des regen Interesses, das meine Ausführungen im Kreise der Hörer fanden, und der Gedanke, durch diese flüchtige, aber in der Gliederung ihres Aufbaues vielleicht doch manches Neue bietende Skizze auch anderen nützen zu können, meine ursprünglichen Bedenken zurücktreten lassen. Möge das anspruchslose Heftchen namentlich allen denen nicht unwillkommen sein, die als Naturfreunde, Lehrer usw. der modernen Biologie ihr Interesse zuwenden, ohne doch in der Lage zu sein, den umfangreichen Apparat der einschlägigen Literatur zur Verfügung zu haben.

Hamburg, 1. März 1905.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

Die moderne Biologie, insonderheit die Lehre von den Einflüssen der Umgebung auf die Lebewesen der Erde, hat in den letzten Jahrzehnten eine Fülle wechselseitiger Beziehungen der Organismen zueinander aufgedeckt, die vor 50 Jahren noch niemand zu ahnen wagte. Wohl kennt auch der Laie von alters her eine Reihe von Abhängigkeitsverhältnissen zwischen Tier und Pflanze, zwischen Tier und Mittier; er weiß, daß die Kuh das Gras und Kraut der Wiese, der Maikäfer das Laub der Bäume verzehrt, daß der Fuchs den Hasen frißt, daheim aber in seinem Malepartus mit Weib und Kind ein glückliches Familienleben führt, und daß manche Tiere, wie Bettwanze, Floh und Bandwurm, selbst dem Herrn der Schöpfung recht unbequem werden können: Von den weniger in die Augen springenden Beziehungen der Organismen zueinander jedoch, wie sie selbst bei scheinbar voneinander völlig unabhängigen Geschöpfen durch die moderne Forschung zutage gefördert sind, hat der unbefangene Beobachter auch heute noch meist nur eine mangelhafte Vorstellung. Als klassisches Beispiel für solche, der naiven Naturbetrachtung nicht ohne weiteres sich aufdrängenden Beziehungen wird ja oft genug die von Darwin festgestellte Tatsache ins Feld geführt, daß die Produktion des Kleesamens in England von der Zahl der umherschweifenden Katzen abhängig sei. Der Klee, so führte Darwin aus, bedarf zu seiner Bestäubung und somit auch zur Ausbildung des Samens, der Beihilfe der Erdhummeln. Die Zahl der letzteren ist in hohem Grade beeinflußt durch die Zahl der Feld- und Wühlmäuse, welche gern in die unterirdischen Wohnungen der Hummeln eindringen und dort deren Brut und Vorräte zerstören. Je weniger Mäuse, desto ungefährdeter die Brut der Hummeln, desto größer die Zahl der den Klee bestäubenden Arbeitshummeln. Daß aber die Mäuse wieder in den Katzen ihre grimmigsten Feinde finden und von ihnen dezimiert werden, ist bekannt, so daß sich somit eine direkte kausale Verknüpfung zwischen der Zahl Katzen und der Menge

des in einem bestimmten Gebiete produzierten Kleesamens ergibt. Daß es sich hierbei nicht um ein reines Phantasiegebilde handelt, sondern um greifbare Realitäten, wird, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, durch das Faktum bewiesen, daß es tatsächlich in Neuseeland durch lange Jahre unmöglich war, den dort eingeführten und üppig gedeihenden Klee zum Ansatz von Samen zu bringen, bis von Europa her auch die Überträger des Blütenstaubes, die Hummeln, dort eingebürgert waren.

Es ist zweifellos auch für den Laien von hohem Interesse, derartige innere Zusammenhänge in der Natur, wie sie sich dem Forscher in überraschender Fülle ergeben haben, wenigstens in großen Zügen kennen zu lernen und so eine Vorstellung zu gewinnen von der Gesetzmäßigkeit, von der auch das Naturgeschehen in der organischen Welt beherrscht und geregelt wird, von den tausendfältigen Anpassungen und Rücksichten, die es dem Einzelwesen allein ermöglichen, in dem gewaltigen allgemeinen Ringen um die Existenz seinen Platz zu behaupten und sein Geschlecht vor dem Aussterben zu bewahren. Auf den nachfolgenden Blättern ist der Versuch gemacht, eine Skizze dieses Wissenszweiges der Biologie zu entwerfen, mit flüchtigen Strichen nur, aber doch, wie ich hoffe, ausgeführt genug, um auch dem Nichtzoologen verständlich zu sein. Für weitergehende Belehrung und Einzelschilderungen muß ich auf die umfangreiche Literatur verweisen, deren wichtigste, zusammenfassende Werke bei den einzelnen Kapiteln namhaft gemacht sind.[1])

---

1) Als allgemeine Werke, in denen die Biologie der Tiere behandelt wird oder eingehendere Berücksichtigung gefunden hat, sind zu nennen:

Brehm, A.: Tierleben. 3. Aufl. Herausgegeb. v. Pechuel-Lösche. Leipzig 1889—93.
Büchner, L.: Geistesleben der Tiere. Leipzig. 4. Aufl. 1895.
Claus, C.: Lehrb. d. Zool. VII. Aufl. Herausgegeb. v. C. Grobben.
Darwin, Ch.: Gesammelte Werke. 16 Bde., deutsch von Carus. Stuttgart.
Glaser und Kloß: Leben und Eigentümlichkeiten in der mittleren und niederen Tierwelt. Leipzig 1870.
Graber, V.: Die Insekten. 2 Bde. München 1877—79.
Martin, Th. L.: Illustr. Naturgeschichte der Tiere. 4 Teile. Leipzig 1882—84.
Müller, A. u. K.: Wohnungen, Leben und Eigentümlichkeiten in der höheren Tierwelt. Leipzig 1869.
Semper, C.: Die Existenzbedingungen der Tiere. Leipzig 1880.

Ehe wir zu unserem eigentlichen Thema übergehen, wird es nötig sein, das Gebiet desselben zunächst nach einer Richtung hin zu präzisieren, nämlich, was wir im Verlauf unserer Besprechung unter „Tier" verstehen wollen. Ich spreche hier nicht von den Übergangsformen der beiden Naturreiche, über deren Klassifizierung man eventuell im Zweifel sein könnte, sondern von der Schwierigkeit, die Individualität des Einzeltieres scharf zu begrenzen. Bei allen höheren Tierformen, von den Gliedertieren an, ist dies eine leichte Sache, und niemand wird die Individualitätseinheit eines Käfers oder eines Hundes bezweifeln, so sehr wir auch von der Wahrheit durchdrungen sind, daß beide wieder aus Millionen niederer Individualitäten, nämlich den Zellen, zusammengesetzt sind, also im Grunde einen Zellstaat bilden, wie man es wohl genannt hat. Anders bei den tiefer stehenden Tiergruppen. Die Korallen, Hydroiden, Schwämme, Moostierchen, Manteltiere, Würmer liefern zahllose Beispiele sog. Tierstöcke, deren mehr oder minder scharf voneinander abgegliederte Einzeltiere doch miteinander im organischen Zusammenhange stehen und so ein Individuum höherer Ordnung, eben einen Stock, bilden. Selbstverständlich stehen die Einzeltiere eines solchen Stockes vielfach zueinander in Beziehung, und diese Beziehungen können mannigfache Grade durchlaufen, von dem einfachen Nebeneinander gleichartiger Formen, bis zu einer weitgehenden, die Einzelwesen zum Teil auf die Stufe bloßer Organe herabdrückenden Arbeitsteilung, wie dies am vollendetsten bei den Siphonophoren mit ihren Schwimmglocken, Freßpolypen, Geschlechtstieren, Deck- und Fangindividuen usw. zum Ausdruck kommt. Allein wir müssen es uns bei der Fülle des Stoffes versagen, auch diese Beziehungen der Tierstock-Komponenten hier näher zu erörtern; wir werden uns vielmehr bei den ferneren Darlegungen auf die Beziehungen solcher Formen zueinander beschränken, die als freie Individuen nicht durch organische Bande miteinander verknüpft sind.

Simroth, H.: Abriß der Biologie der Tiere. Samml. Göschen 2 Bde. 1901.
Taschenberg, O.: Bilder aus dem Tierleben. Prag 1885.
Weismann, A.: Vorträge über Deszendenztheorie. 2. Aufl. Jena 1904.

I. Die Beziehungen der Geschlechter zueinander.[1])

Der erste Punkt, der uns beschäftigen soll, umfaßt die Beziehungen der Geschlechter zueinander.

a) Ungeschlechtliche und geschlechtliche Vermehrung der Tiere.

Das oberste Gesetz in der organischen Welt scheint die Erhaltung der Art und damit der Kontinuität des Lebens zu sein. Diesem Prinzip wird unter Umständen das Leben der Einzelindividuen rücksichtslos geopfert. Nun aber wissen wir, daß das Leben des Einzelorganismus von beschränkter Dauer ist, daß die Natur es nicht fertig gebracht hat, Lebensmaschinen von ewiger Leistungsfähigkeit zu schaffen, sondern daß diese sich abnützen und schließlich in ihrem Betriebe so große Störungen zeigen, daß sie zugrunde gehen. Es mußte daher in irgendeiner Form für eine Erneuerung, eine Verjüngung der sich verbrauchenden Einzelindividuen Sorge getragen werden.

In vielen Fällen, namentlich bei niederen Organismen, kann dieselbe von den Einzelindividuen allein vollzogen werden durch die als Teilung, Sprossung und Knospung bekannten Vorgänge. So entstehen beim Bazillus, bei der Amoebe, beim Infusor durch einfache Teilung zwei neue lebenskräftige Individuen, während der Schwammkörper unserer Süßwasserschwämme zur Herbstzeit in eine große Anzahl von kugelförmigen Teilstücken, den sog. Gemmulae, zerfällt, aus deren jedem im nächsten Frühjahr ein neuer junger Schwamm hervorgeht. Auch gewisse Borstenwürmer, ja selbst die Seesterne besitzen die Fähigkeit der Teilung und Wiederergänzung der Teilstücke zu vollwertigen Individuen. Im Prinzip das Gleiche, nur mit dem Unterschiede, daß das ursprüngliche Individuum der Hauptsache nach unverändert erhalten bleibt, stellen die durch Wucherung von irgendwelchen Körperstellen des Muttertieres entstandenen Knospen oder Sprossen dar, die nachträglich zu selbständigem

---

1) Bölsche, W.: Liebesleben in der Natur. 3 Bde. Florenz u. Leipzig 1898—1902.
Büchner, L.: Liebe und Liebesleben in der Tierwelt. Berlin 1885.
Canestrini, A.: L'amore nella vita degli animali. Torino 1905.
Darwin, Ch.: Die Abstammung des Menschen. Deutsch von Carus. 5. Aufl. Stuttgart 1899.
Groos, K.: Die Spiele der Tiere. Jena 1896.

Leben sich ablösen, oder aber, wie bei den Korallen und anderen Tierstöcken, auch noch später mit dem Muttertiere mehr oder weniger eng verbunden bleiben. Als Beispiel hierfür sind außer den Korallen, Hydroiden, Bandwürmern vor allem die Salpen mit ihren merkwürdigen Sproßketten zu nennen, sowie die Statoblasten oder Keimkörner der Bryozoen, d. i. einfache Zellhaufen, die, mit harter Chitinschale versehen, im nächsten Frühjahr wieder zu neuen Individuen auswachsen. Eine dritte Art der Hervorbringung neuer Individuen besteht darin, daß nur einzelne, noch jugendliche Zellen aus dem Organismus ausgeschieden werden und nun die Fähigkeit zu selbständiger Entwickelung in sich tragen. Man bezeichnet diesen Vorgang, der namentlich bei Insekten, wie Blattläusen, Bienen, Schmetterlingen, Heuschrecken, aber auch bei Rädertieren, Krebsen (Phyllopoden, Muschelkrebsen) usw. weit verbreitet ist, als Parthenogenesis.[1])

Allein alle diese verschiedenen Vermehrungs- und Lebensverjüngungsmethoden, die sich der Vermehrung der Pflanze durch Teilung, Ausläufer, Sprosse, Zwiebeln, Knollen, Sporen usw. in Parallele stellen lassen, haben das Gemeinsame, daß sie nach einer Reihe von Generationen augenscheinlich versagen, daß die so erzeugten Individuen nicht mehr die für das Leben nötige Jugendfrische mit auf den Weg bekommen, daß sie, wie man zu sagen pflegt, zur Degeneration führen, und es scheint nach unseren heutigen Erfahrungen eine Notwendigkeit zu sein, daß selbst schon bei den niedersten, in der Regel durch einfache Teilung sich fortpflanzenden oder verjüngenden Lebensformen, wenigstens von Zeit zu Zeit und nach einer Reihe von Generationen, die Verjüngung der lebendigen Substanz nur durch die Beteiligung zweier verschiedener Individuen derselben Art oder doch zweier verschiedener Zellen erreicht werden kann. Man bezeichnet diese Produktion einer neuen lebenskräftigen Generation aus dem Zellmaterial zweier verschiedener Individuen ganz allgemein als geschlechtliche Fortpflanzung. Bei den niedersten Lebewesen, den Einzelligen, besteht dieselbe in einer vollständigen Verschmelzung der beiden Gesamtkörper zu einem einzigen, aus dem dann durch nachfolgende Teilung die neue Generation hervorgeht. Es ist dieser Vorgang unter dem

---

1) Die Frage, ob die Parthenogenese nur als Abart der geschlechtlichen Fortpflanzung aufzufassen sei, kann hier unerörtert bleiben.

Namen der Konjugation bekannt. Schon bei ihr müssen zwischen den beiden sich konjugierenden Individuen anziehende Kräfte walten, welche dieselben zusammenführen, über deren Natur wir aber zurzeit noch ziemlich im Dunkeln tappen, und die wir vielleicht mit gleichem Rechte als Hunger oder als Liebe bezeichnen können.

Bei allen mehrzelligen Organismen, bei denen ja das Prinzip der Arbeitsteilung alles beherrscht, tritt eine solche Verschmelzung der Gesamtindividuen nicht mehr ein, sondern es handelt sich stets nur um einzelne, vom Organismus sich loslösende Zellen der beiden Individuen, deren Verschmelzung dann zur Entstehung eines neuen Lebewesens führt. Meist sind diese beiden Zellen verschiedener Art und werden dann auch in der Regel in verschiedenen Organen erzeugt. Die eine dieser Keimzellen führt dann den Namen Eizelle, die andere Samenzelle.

Oft genug sind beiderlei Zellarten in einem und demselben Individuum vereinigt, wie dies ja auch bei den phanerogamischen Pflanzen die Regel. Allein, wie dort, so gilt auch in der Tierwelt der Satz, daß die Verbindung der beiden Arten von Zellen aus demselben Individuum nach Möglichkeit vermieden wird, da augenscheinlich gerade die Verschiedenheit und Verschiedenartigkeit der Organismen einen wichtigen Faktor bei der Hervorbringung neuer lebenskräftiger Individuen darstellt. Es wird daraus verständlich, daß, ähnlich wie bei den Phanerogamen mit sog. Fremdbestäubung, auch bei den tierischen „Zwittern" eine Selbstbefruchtung nur selten und gewissermaßen nur aushilfsweise bei besonders ungünstigen Verhältnissen eintritt (Schmarotzerkrebse, Schwämme, Eingeweidewürmer), während es sich in weitaus den meisten Fällen um gegenseitige Abgabe beider Formen der Keimzellen handelt, die entweder gleichzeitig erfolgt, wie bei den Schnecken und Regenwürmern, oder derart, daß, wie es bei den Muscheln der Fall, in ein und demselben Organ zunächst männliche Keimzellen erzeugt werden und erst später weibliche, daß also eine ähnliche Verschiebung in der Zeit für die Hervorbringung der beiden Arten von Fortpflanzungszellen zur Ausbildung gelangt, wie uns dies von den Pflanzen her mit ihren protandrischen und protogynischen Blüten, d. h. der verschiedenen Reifezeit der Staubgefäße und Stempel, bekannt ist.

Bei der großen Mehrzahl der Tiere, und so namentlich fast bei allen Gliedertieren und bei den Wirbeltieren, unter denen nur einige Fische (Myxine, Serranus-Arten, Chrysophrys) regelmäßig, andere zuweilen als Zwitter bekannt sind, finden sich die zwei zur Bildung eines neuen Individuums nötigen Zellen auf verschiedene Individuen verteilt, die man hiernach als männliche und weibliche unterscheidet. Die Aufgabe dieser beiden Geschlechter, gemeinsam zur Hervorbringung neuen verjüngten Lebens und somit zur Erhaltung des Lebens auf der Erde überhaupt zu wirken, bedingt natürlich die verschiedensten Beziehungen und Anpassungen derselben zueinander, deren Mannigfaltigkeit eine so große ist, daß sie hier nur in allgemeinen Umrissen angedeutet werden kann.

b) Notwendigkeit des örtlichen Beisammenseins der Geschlechter.

Das erstrebte Ziel, die Vereinigung zweier verschiedenartiger Keimzellen, hat natürlich in erster Linie ein mehr oder weniger langes örtliches Beisammensein beider Geschlechter zur Voraussetzung. In zahllosen Fällen, namentlich bei der niederen Tierwelt, ist dieses Beisammensein von kürzester Dauer, falls nicht etwa, wie bei manchen Schmarotzerkrebsen (Bopyriden, Chondracanthiden) und freilebenden Gephyreen (Bonellia) die winzigen Zwergmännchen auf dem Leibe des Weibchens ein parasitäres Dasein führen, oder gar zwei sich gegenseitig befruchtende Individuen auf Lebenszeit zusammenwachsen, wie bei dem seltsamen „Doppeltier" (Diplozoon paradoxum) unter den Saugwürmern. Von irgendwelcher engeren Lebensgemeinschaft, wie sie bei höheren Tieren namentlich durch die gemeinsame Sorge um die Nachkommenschaft hervorgerufen wird, ist daher in der Regel nichts zu beobachten. So stirbt z. B. die Mehrzahl der Insekten bald oder sogar unmittelbar nach der Erfüllung ihrer Lebensaufgabe, wie dies am krassesten bei den Eintagsfliegen hervortritt, und das Spinnenmännchen muß in der Regel gewaltig auf der Hut sein, wenn es nicht bei seinem Liebeswerben dem Weibchen als Beute zum Opfer fallen will. Nur von wenigen wirbellosen Tieren ist ein längeres Beisammensein der Geschlechter bekannt geworden, wie von den einheimischen Borkenkäfern, einem südeuropäischen Blatthornkäfer

(Lethrus cephalotes) und einer antillanischen Landkrabbe (Gelasimus), die mit ihren Weibchen in demselben Schlupfwinkel hausen; auch von der Wasserspinne (Argyroneta aquatica) wissen wir, daß die Wohnungen von Männchen und Weibchen ständig, selbst im Winter, durch korridorartige Röhren verbunden sind. In der Reihe der Wirbeltiere zeigt die Mehrzahl der Fische, Amphibien und Reptilien kaum innigere Beziehungen der Geschlechter, als bei den niederen Tieren, doch sind die Ausnahmen, in denen Männchen und Weibchen längere Zeit zueinander halten, hier schon erheblich häufiger, wie z. B. unter den Fischen die Lachse, Forellen und vor allem die sich zu Pärchen vereinigenden Stichlinge, Macropoden usw., unter den Reptilien die Brillenschlangen und die zu den Leguanen gehörige kubanische Cyclura carinata erkennen lassen. Noch weiter entwickelt ist dieses paarweise Zusammenleben dann bei allen denjenigen höheren Tieren, die durch die Sorge um die heranwachsende Brut längere Zeit zu gemeinschaftlichem Handeln verbunden werden. In erster Linie sind hier die Vögel zu nennen mit ihrem Nestbau und ihrer Aufzucht der Jungen, wo meist beide Eltern sich in treuer Pflichterfüllung abwechseln und ergänzen im Bau des Nestes, im Brutgeschäft, im Füttern der Jungen, wo sie gemeinsam jagen, wie viele Raubvögel, und wo schließlich Verhältnisse sich entwickeln, die, wie bei den Störchen, Schwalben, Bartmeisen, Inseparables, Holz- und Turteltauben, Schwänen usw. durchaus an die menschliche Ehe erinnern. Weniger dauerhaft sind diese Vereinigungen der beiden Geschlechter bei den Säugetieren, von denen wohl nur die Nashörner, die Wale und die Rehe fürs Leben vergesellschaftet bleiben, während bei der großen Masse der übrigen teils schon bald nach der Begattung (Fledermäuse, Hamster, Löwe usw.) oder doch nach Aufzucht der Jungen die Geschlechter sich trennen, bis eine neue Brunstperiode sie wieder zusammenführt.

Neben der Monogamie finden wir bei Vögeln (Hühner, Strauße) und Säugetieren (Huftiere, Robben) auch vielfach die P o l y g a m i e, die namentlich bei den Vögeln eine Lockerung des ehelichen Bandes zur Folge zu haben pflegt, während bei den herdenbildenden Huftieren das führende Männchen meist auch noch längere Zeit nach der Brunst seiner Familie treu bleibt.

c) Erkennungs- und Aufsuchungsmittel.

Die Notwendigkeit der räumlichen Begegnung beider Geschlechter hat das Vorhandensein von Erkennungs- und Aufsuchungsmitteln zur Voraussetzung. Im allgemeinen erscheint hierbei das Weibchen als das passivere, indifferentere Element, das oft mit geringerer Bewegungsfähigkeit und schwächeren Sinnesorganen ausgerüstet ist. So ist z. B. bei den Insekten das Weibchen nicht selten flügellos bei Arten, wo das Männchen noch wohlgebildete Flügel besitzt (Orgyia, Psychiden, Frostspanner, Heuschrecken, Schildläuse), und die Fühler als Sitz der Geruchsorgane zeigen eine schwächere Entwickelung, oft auch die Augen. Aber viele sind durch einen spezifischen Duft ausgezeichnet, der die Männchen auf große Entfernungen herbeilockt, wie namentlich bei Schmetterlingen zu beobachten. Auch bei Säugetieren — man denke an die Hündin — spielt der Geruch als Anlockungsmittel eine nicht unbedeutende Rolle. Die Männchen sind im Gegensatz zu den Weibchen häufig lebendiger, ihre Flugorgane sind, wenn überhaupt vorhanden, wohl ausgebildet. Durch mächtige Fühler zeichnen sich vor dem Weibchen namentlich die Männchen der Blatthornkäfer, der Bockkäfer, der Spinner aus, ebenso viele Wasserflöhe (Leptodora); auch größere Augen sind nicht selten, wie bei den Drohnen, Bibioniden usw., und bei gewissen Eintagsfliegen (Cloë, Potamanthus), bei denen die Zahl der Männchen die der Weibchen in besonders auffallender Weise überragt (60 : 1), finden sich sogar noch besondere Augen, die sog. Turbanaugen, mit denen die Tiere auf die Suche gehen. In manchen Fällen, wo das Zusammenkommen besonders erschwert ist, wie bei den Anobien oder Totenuhren in unseren Kommoden und Schränken, ist eine Art Klopfsprache mittels Stoßen des Kopfes gegen das Holz zur Ausbildung gekommen. Auch das Leuchtvermögen mancher Arten scheint namentlich bei den Landtieren (Johanniskäfer, Cucujos) beim Sichfinden der Geschlechter eine Rolle zu spielen.

d) Geschlechtstrieb. Sprödigkeit der Weibchen.

Die Macht des sog. Geschlechtstriebes zur Vereinigung der beiden Geschlechter ist eine geradezu elementare und mußte es sein, wenn anders in der allgemeinen Not und Sorge um die Erhaltung des eigenen Daseins nicht die so notwendige Ver-

jüngung der lebenden Substanz gefährdet sein sollte. Gewissermaßen als Gegengewicht gegen diesen mächtigsten aller Naturtriebe scheint nach Groos, der ein inhaltreiches Buch über die Spiele der Tiere geschrieben, in einer gewissen instinktiven Sprödigkeit des weiblichen Wesens gegeben zu sein, die den blinden Trieb in langsamere und geregeltere Bahnen lenkt. Selbstverständlich konnte sich diese instinktive Zurückhaltung der Weibchen erst herausbilden, wo die geistigen Fähigkeiten bereits eine gewisse Höhe erreicht hatten, d. h. vornehmlich bei den Insekten und Wirbeltieren, während bei niederen Meerestieren, von den Protozoen bis herauf zu den Würmern, weder von einer zu treffenden Wahl, noch von all den mannigfachen Einrichtungen die Rede ist, welche infolge jener Sprödigkeit der Weibchen nunmehr bei den Männchen zur Entwickelung gelangten.

Man hat sich dieses Wählen des Weibchens unter der Zahl seiner männlichen Bewerber, das mit seiner Sprödigkeit verbunden ist, sicher nicht als einen bewußten Akt, als ein Abwägen der Vorzüge und Schattenseiten des Werbenden vorzustellen, sondern lediglich in der Weise, daß das Weibchen erst auf Grund eines bestimmten Grades der Erregung zur Hingabe bereit ist, und daß dementsprechend nur dem das Glück hold ist, der diesen Grad zu richtiger Zeit und in vollendetster Weise hervorzurufen weiß.

e) Überwindung der Sprödigkeit der Weibchen durch Einwirkung auf die Sinnesorgane.

Die Einwirkungen der Außenwelt auf den Organismus werden durch Vermittelung der Sinnesorgane hervorgerufen. Es ist nach dem Gesagten durchaus verständlich, wenn infolge der weiblichen Sprödigkeit und bei der fast stets vorhandenen Überzahl der männlichen Konkurrenten — bei diesbezüglichen Untersuchungen findet man meist ein Mehr von etwa 6 Prozent — im Laufe der Entwickelung sich nun eine Fülle von Gewohnheiten und Einrichtungen bei den Männchen herausgebildet hat, die man als durch „geschlechtliche Zuchtwahl" erworbene sekundäre Geschlechtscharaktere bezeichnet, und die alle darauf abzielen, durch Einwirkung auf die Sinne des Weibchens dessen Widerstand zu brechen und es zur Liebesglut zu entflammen. Dabei hängt es offenbar von dem Charakter der Tiergruppe ab, auf welche Sinne die Einwirkung besonders günstig

erscheint, und oft genug treten bei ziemlich naheverwandten Tiergruppen Einwirkungen auf verschiedene Sinne vikariierend füreinander ein. Der männliche Paradiesvogel mit seinem überaus prächtigen Gefieder sucht eben hierdurch zu betören und nicht durch das Rabengekrächze seiner Stimme, während das Nachtigallmännchen im unscheinbaren dunklen Gewande durch seelenvolle Töne sich in das Herz seiner Auserwählten hineinsingt.

Das Liebesspiel der Schnecken und mancher Insekten, das Schnäbeln der Tauben, Papageien und vieler anderer Vögel, das Lecken und Tändeln der Hunde, ja selbst das sich Gegeneinanderreiben der Fische lehrt uns, daß schon das Tastgefühl für die Erregung der Weibchen eine nicht unwesentliche Rolle spielt.

Über die Bedeutung der Düfte und Gerüche zum Zweck der Anreizung des weiblichen Geschlechtes haben wir bei der Unvollkommenheit unserer eigenen Geruchsorgane nur eine mangelhafte Vorstellung. Unterliegt es daher auch keinem Zweifel, daß solche Gerüche in der Tierwelt ungleich öfter in Frage kommen, als wir von vornherein anzunehmen geneigt sind, so können wir doch mit Sicherheit von derartigen Einrichtungen nur da sprechen, wo wir besondere, auf das Männchen allein beschränkte Duftorgane entwickelt finden. Dies ist z. B. unter den Insekten bei den Schmetterlingen der Fall, wo derartige Organe in den Schuppen ihren Sitz haben, sei es, daß diese Drüsen an allen Schuppen eines Flügels gleichmäßig sich finden, wie bei den Bläulingen, sei es, daß sie nur auf besondere Schuppen lokalisiert sind, die dann meist zu Flecken vereinigt sind und sogar in besonderen Taschen stehen (Danaiden) oder vom Rande der Hinterflügel überdeckt werden (Ornithoptera, Zeuxidia, Papilio usw.), um erst zu gegebener Zeit voll zur Geltung zu kommen. Auch bei den Wirbeltieren sind Duftdrüsen häufig genug, wie die Moschusdrüsen der Alligatoren, der Moschusente, des Moschustieres, die Bibergeildrüsen, der spezifische Brunstgeruch der Hirsche, Elche, Böcke, Raubtiere usw. beweisen mögen. Ebenso sind bei den Schlangen und Eidechsen die Analdrüsen zur Zeit der Brunst besonders stark entwickelt.

Die Stimme[1]) ist zweifellos in erster Linie ein Verständigungsmittel zwischen Artgenossen überhaupt, die sich mit

1) Vgl. Häcker, V.: Der Gesang der Vögel. Jena 1900. Landois, H.: Tierstimmen. Freiburg 1874.

Hilfe der Töne auch aus der Ferne über wichtige Wahrnehmungen, wie Nahen eines Feindes, Auffinden von Nahrung usw. Nachricht geben. Aber sie ist zugleich der reflektorische Ausdruck für die verschiedensten Lust- und Unlustgefühle, auch ohne Rücksicht auf etwaige Gegenwart von Artgenossen. So ist es denn unschwer zu verstehen, daß dieses Ausdrucksmittel der Gefühle bei den meisten der Tonäußerung überhaupt fähigen Geschöpfe alsbald auch in den Dienst der Minne gestellt wurde, sei es, daß beide Geschlechter mit Hilfe derselben sich gegenseitig anlocken (Bockkäfer, Mücken), sei es, daß die Männchen allein durch sie ihre Gegenwart kundgeben und sie als Lock- oder selbst als Betörungsmittel zu verwenden im Verlaufe der geschlechtlichen Zuchtwahl befähigt wurden. Schon bei den Insekten finden wir Stimmorgane vielfach nur oder vorwiegend bei Männchen ausgebildet, wo die Weibchen mehr oder weniger der Lautäußerung entbehren. So bei manchen Rüsselkäfern (Mononychus, Acalles usw.) und Wasserwanzen (Corixa), so bei den Grillen, Heuschrecken, Grashüpfern und Zikaden, deren vieltausendstimmiges Konzert namentlich in den Tropen nach Sonnenuntergang aus Busch und Baum, aus Kraut und Gras, ja selbst aus der Erde mit wahrhaft elementarer Kraft hervortönt. Einförmig, wie dieses Geigen und Zirpen, sind auch die Lautäußerungen der niederen Wirbeltiere, die ebenfalls in erster Linie von den Männchen und besonders zur Paarungszeit hervorgebracht werden, das Gequake der oft noch zwei mächtige Schallblasen vorstülpenden Frösche, der Laubfrösche und Unken, das Gebrüll der Alligatoren, das Pfeifen der Sumpfschildkröte, die Grunztöne der Umberfische, Knurrhähne und anderer. Auf einer ungleich höheren Stufe steht dann der Gesang der Vögel, der in seinen unendlichen Abstufungen vom einfachen Gekrächz der Raben und dem Schilpen der Sperlinge bis hinauf zum vielbewunderten Kunstgesang der Drossel und der Nachtigall so recht die unendliche geistige und seelische Überlegenheit dieser Tierklasse über die stumpfsinnige Gruppe der „Kaltblüter" erkennen läßt. „Das hohe Lied von der Liebe" hat man wohl den Gesang der Nachtigall genannt, und selbst uns Menschen wird es begreiflich, wie in lauer Sommernacht die sehnende Liebe erwachen kann zu dem, der solche Töne, solchen Ausdruck seiner Gefühle zu finden weiß. In anderen Fällen freilich tragen die von den Vogelmännchen als Zeichen der Liebes-

werbung produzierten Töne einen weniger poetischen Charakter. Indem die Rohrdommel ihren Schnabel ins Wasser steckt, bringt sie wahrhaft schauerliche Töne hervor, und auch das durch Vibration der Schwungfedern hervorgebrachte „Meckern" der Bekassine oder das Trommeln des Schwarzspechtes auf einem in lebhafte Schwingungen versetzten dürren Ast sind für unser Ohr keine Kunstgenüsse. Dasselbe gilt von den, wie es scheint, in musikalischen Dingen recht stiefmütterlich bedachten Säugetieren und den Kunstleistungen, welche sie zur Betörung ihrer Erwählten aufzuweisen haben. Ein „Lied, das Stein' erweichen" kann, müssen wir oft genug von den liebebedürftigen Katern in Gemeinschaft mit ihren im Sopran sekundierenden Geliebten hören; aber auch das Konzert der Brüllaffen soll geradezu entsetzlich sein. Ebensowenig ist der Brunstschrei der Hirsche, das Bellen der Füchse, das Wiehern oder Yaschreien der Pferde und Esel melodisch zu nennen. Nur von den Gibbons wird berichtet, daß sie eine richtige Tonleiter singen können.

Weitaus die wichtigste und häufigste Art der Einwirkung auf das weibliche Geschlecht ist die auf den Gesichtssinn. „Kommt ein schlanker Bursch gegangen, blond von Locken oder braun", singt das Ännchen im Freischütz, und mutatis mutandis könnten unzählige Schönen der höheren Tierwelt das nämliche Lied anstimmen. Schon die äußere kraftvolle Gestalt, der schlanke Wuchs, die stolze Haltung dürfen als Werbungsmittel des Männchens gelten; in der Regel aber werden dieselben noch durch eine schier unübersehbare Mannigfaltigkeit von Sondereinrichtungen verstärkt.

In zahllosen Fällen ist es einfach die Farbe, welche dem Männchen einen besonderen Schmuck verleiht, sei es, daß dieselbe nur während der Paarungszeit als sog. Hochzeitskleid besonders stark hervortritt, sei es, daß sie dem Männchen dauernd zu eigen ist. Von unseren einheimischen Fischen zeigen die Stichlinge, Elritzen, Bitterlinge, Forellen usw. in schönster Weise solche Hochzeitsfarben, und noch prächtiger sind beispielsweise die der meeresbewohnenden Lippfische. Es folgen die Molche unter den Amphibien mit ihrem leuchtenden Rot, die Frösche und Schlangen, deren Farben lebhafter werden. Ein zartes Rosa erscheint auf den nackten Schenkeln der Straußenmännchen, und zahlreiche andere Vögel vermögen durch Abstoßen unscheinbarer Ränder des Gefieders (Finkenarten) oder gar durch Um-

färbung desselben (Fliegenschnäpper) ihrem Kleide erhöhte Pracht zu verleihen. Auch der Mandril unter den Säugetieren zeigt nur zur Paarungszeit die ganze Intensität seines absonderlichen Farbenschmuckes. Eine dauernde Prunkfärbung, im Gegensatz zu den meist unscheinbar gefärbten Weibchen, ist dann namentlich unter den Insekten und Vögeln verbreitet. Schon unsere Bläulinge, Aurora- und Schillerfalter, wie manche einheimischen Libellen (Calopteryx) bieten hierfür treffliche Beispiele; mannigfacher und stärker entwickelt zeigen sich diese Unterschiede der beiden Geschlechter besonders noch bei den tropischen Schmetterlingen, den Ornithoptera, Morpho, Hypolimnas, Zeuxidia usw. Die höchste Farbenpracht im Gegensatz zum Weibchen bieten aber wohl die Männchen gewisser Vogelfamilien, wie vor allem der Kolibris, der Paradiesvögel, Pirole und Hühnervögel, ja selbst vieler Finkenarten (Dompfaff) und Enten. Die Schillerfarben der Kolibris in Kupferrot, Bronzegrün, Saphirblau usw. sind so ziemlich das intensivste, was man sich an Farbenpracht vorstellen kann, und mit ihnen wetteifern diejenigen vieler Paradiesvögel, der Wildhühner, Glanzfasanen, Puter, Glanztauben, Smaragdkuckucke, Glanzstare und anderer. Dabei ist es dann eine weit verbreitete Erscheinung, daß nun gewisse Teile des Federkleides nicht nur in Farbe, sondern auch in Größe und Form die gleichnamigen Gebilde der Weibchen weit übertreffen, und diese exzessive Ausbildung der sog. Schmuckfedern kann an den allerverschiedensten Partien des Körpers auftreten. Die Holle, der aufrichtbare Federschopf des Kopfes, der ja oft genug, wie beim Wiedehopf, den Kakadus usw., beiden Geschlechtern zukommt, ist z. B. bei den Kolibris, wo er auftritt, nur auf das Männchen beschränkt. An den Seiten des Kopfes finden wir seltsame Federbildungen unter anderen bei dem Paradiesvogel Parotia sexpennis, der jederseits drei bis 15 cm lange nackte, nur am Ende mit eirunder Federfahne versehene Federschafte trägt. Durch seltsame Halskrausen schmücken sich die Kampfhähne, der Gold- und Amherstfasan und manche Paradiesvögel (Epimachus, Astrapia usw.), während bei anderen Arten (Lophorina) der letzteren Gruppe daneben auch die oberen Schulterfedern verlängert sind und einem schwarzen, ausgebreiteten Samtmantel gleichen, oder die unteren Flügeldeckfedern zu wunderbaren, schleierartigen Wedeln ausgestaltet erscheinen (Paradisea). Am häufigsten aber treten derartige

Schmuckfedern am Schwanze auf, wie ja schon jeder Hühnerhof mit seinen Hühnern, Fasanen, Putern, Pfauen usw. lehrt. Auch bei Kolibris, Paradiesvögeln, Finken (Vidua) und vielen anderen zeigen sich ähnliche Bildungen, die vielleicht beim Argusfasan Sumatras, dem Leierschwanz (Menura) Australiens und den verschiedenen Pfauenarten ihre höchste Entwickelung erreichen. Gegenüber solchen exzessiven Bildungen sind die wenigen analogen Verstärkungen des Haarkleides bei den Männchen der Säugetiere, die Mähne des Löwen und des Seelöwen, der Bart des Ziegenbockes, mancher Meerkatzen (Cercopithecus diana) und des Mannes nur bescheiden zu nennen.

Nur kurz sei darauf hingewiesen, daß außer den Gebilden der Hautbedeckung in manchen Fällen nun auch die Haut selbst zur Verschönerung des Männchens herangezogen ist, so bei den Chimaeren, Seeskorpionen usw. durch seltsame Lappenfortsätze, bei den Karpfen, deren Haut sich mit perlartigen Warzen bedeckt, bei den Molchen und manchen Echsen (Anolis cristatellus) durch Ausbildung von Rückenkämmen, so auch namentlich wieder bei den Vögeln, wo mancherlei lebhaft gefärbte Hautlappen als Kämme (Hahn), Karunkeln (Kasuare), Halslappen (Puter) usw. zur Entwickelung gelangt sind. Die südamerikanischen Glockenvögel (Chasmorhynchus) besitzen sogar zum Teil ein häutiges Horn auf dem Kopfe, das in der Erregung vom Schlunde aus aufgeblasen wird, und ähnlich können auch die Hornfasanen (Ceratornis) des Himalaya neben einer mächtigen Kehlhaut zwei fühlerartige Kopfhörner hervorstrecken, während die Männchen der zu den Robben gehörigen Klappmützen die ganze vordere Kopfhaut aufzublasen vermögen. Übrigens ist diese „Verstattlichung" der Männchen auch bei den Insekten verbreitet, wo vornehmlich die Käfer (Nashornkäfer, Herkuleskäfer, Golofa, viele Mistkäfer usw.) durch mächtige Chitinhörner auf Kopf oder Halsschild sich auszeichnen.

Schon bei den mit prächtigen Farben geschmückten Formen können wir vielfach beobachten, wie deren Wirkung durch geeignete Bewegungen verstärkt, ja meist erst ins rechte Licht gestellt wird. Die Pracht des Schillerfalters und vieler anderer Tagschmetterlinge kommt nur voll zur Geltung, wenn der Träger derselben im gaukelnden Liebesspiel in den Lüften sich wiegt, und ähnliches gilt von dem Federschmuck der Paradiesvögel, dem Rade des Argusfasans und der Pfauen, den Hautlappen

der Puter, der Glockenvögel, des Hornfasans. Aber auch wo es nicht möglich, besondere Farbenpracht zur Schau zu stellen, kann das Liebeswerben durch allerlei anreizende Bewegungen, durch Getändel und Liebesspiele unterstützt werden. Mücken und Eintagsfliegen tanzen über dem Wasserspiegel im beständigen Auf- und Niederschweben, Ameisen und Bienen erheben sich zu ihrem Hochzeitsfluge hoch in die Lüfte, während Kranich, Kiebitz, Birkhahn, Nandu, der brasilische Felsenhahn (Rupicola) und andere auf dem Boden die seltsamsten Tanzkünste vor den Augen der Weibchen ausführen, und der Auerhahn sich wie toll gebärdet, wenn er auf seinem Aste in Balzverzückung gerät. In großen Schneckenlinien steigt die Bekassine himmelan, um dann senkrecht, fast wie ein Stein sich herabzustürzen, und wundervoll ist der Anblick des Storchenpaares, das in herrlichen Kurven sich gegenseitig bis in die Wolken emporschraubt. Auch die Säugetiere, denen ja meist die Kunst des Fliegens versagt ist, suchen oft durch allerlei Kapriolen, Spielereien, Wettläufe (Antilopen) usw. die Aufmerksamkeit und die Gunst des Weibchens zu erringen. — In manchen Fällen kommen sogar ganz eigenartige Veranstaltungen zustande, die auf den ersten Blick geradezu verblüffend wirken, wie der vor einem zeltartigen, vorn offenen Reisighäuschen angelegte Spielplatz des papuanischen Paradiesvogels Amblyornis inornata, den das Männchen, während das Weibchen brütet, aus grünem Moosteppich mit allerlei bunten Blumen, Früchten, Käferflügeln usw. einrichtet, und nicht minder der seltsame, ebenfalls aus Reisern aufgebaute Laubengang der Laubenvögel (Chlamydodera nuchalis, maculata etc.) aus dem Inneren Australiens mit seinem Spielzeug von Knochen, Schnecken, Zeugfetzen, Blumen usw.

f) Nebenbuhlerschaft und Kämpfe der Männchen.

Während so zwischen Männchen und Weibchen auf die verschiedenste Weise ein mehr und mehr erstarkendes Verhältnis gegenseitiger Zuneigung entsteht, das dann namentlich bei höheren Tieren häufig durch die darauf folgende gemeinsame Brutpflege in hohem Maße gesteigert wird, hat sich zwischen den Männchen, die fast stets in der Überzahl vorhanden sind und daher miteinander zu konkurrieren haben, in vielen Fällen eine Nebenbuhlerschaft ausgebildet, die oft genug zu offener Fehde führt. Be-

reits bei den Männchen der Krabben (Carcinus, Gelasimus), die sich gegenseitig die Scheren abbeißen, bei Insekten (manche Käfer und Grabwespen), Fischen (Cottus, Labrus, Gasterosteus usw.), Eidechsen (Anolis, Draco, Leguane, Chamäleons), Schildkröten, Krokodilen beobachtet man derartige Kämpfe um die Weibchen; noch häufiger aber treten sie bei den warmblütigen Wirbeltieren auf, wo sie besonders bei den in Polygamie lebenden Arten, bei den Hühnervögeln, Kampfhähnen, Straußen, Huftieren, Seelöwen usw. ganz allgemein sind. In der Regel handelt es sich bei diesen Kämpfen um wenig mehr als um bloße Turniere, die nicht mit dem Tode, sondern nur mit der Flucht und der Verdrängung des schwächeren Teiles endigen; zuweilen aber entwickeln sich auch ernstere Szenen daraus. Es ist daher verständlich, daß für diese Kämpfe in einer nicht geringen Zahl von Fällen besondere Waffen beim Männchen sich ausgebildet haben, und dies um so mehr, als derartige Waffen ja auch eine bessere Ausrüstung im Kampfe ums Dasein, einen besseren Schutz des eroberten Weibchens wie der jungen Brut bedeuten. Bereits bei den Insekten sind solche Waffen zu finden, wie ja z. B. das Hirschkäfermännchen ganz unvergleichlich stärker entwickelte Oberkieferzangen besitzt wie das Weibchen. Bei den Hühnern kennen wir den Sporn als Waffe des Männchens, ebenso bei den Schnabeltieren, wo dieser Sporn sogar mit einer Giftdrüse in Verbindung steht. Unter den höheren Säugetieren treten namentlich Gehörn- und Geweihbildungen ebenfalls oft nur im männlichen Geschlecht auf und gelten dann in erster Linie als Kampfmittel gegen den Nebenbuhler; aber auch stärker entwickelte Zähne, wie die Hauer des Ebers, der gewaltige Stoßzahn des Narwal gehören in dieselbe Kategorie, während die Mähne, ähnlich wie der Kampfkragen der Kampfhähne, nicht nur gegen die Bisse des Gegners schützt, sondern zugleich auch als Schmuckmittel eine Rolle spielen dürfte.

Auch mancherlei Eifersuchtsszenen zwischen Männchen und Weibchen sind bei Vögeln und Säugetieren beobachtet, ja selbst von Ehebruchsdramen, von regelrechten Exekutionen an dem schuldigen Teil wird z. B. bei den Störchen berichtet.

II. Die Beziehungen zur jungen Brut. Familie.[1])

a) Bedürfnisse der jungen Brut.

Nahrung und Schutz, das sind die beiden Kardinalpunkte, von denen das Gedeihen der durch Vereinigung der Geschlechter hervorgerufenen jungen Brut in erster Linie abhängig ist. Es mußten sich daher bei den Eltern, und zwar in erster Linie bei den am stärksten beteiligten Weibchen, Instinkte und Einrichtungen ausbilden, welche die Sicherung dieser beiden Grundbedingungen zum Zielpunkte hatten, und dies mußte in um so höherem Grade geschehen, je unentwickelter und unselbständiger die Jungen zur Welt kamen, je weniger sie also befähigt waren, selbständig für ihre Nahrung und ihren Schutz gegen Feinde und sonstige Gefahren der Außenwelt zu sorgen.

Die Gesamtheit der hierauf abzielenden Einrichtungen wird als Brutpflege bezeichnet. Sie zeigt bei der ungeheuren Wichtigkeit, die sie für die Erhaltung der Art und somit für die Kontinuität des Lebens auf der Erde überhaupt besitzt, eine so ungeheure Mannigfaltigkeit der Erscheinungen und speziellen Anpassungen, daß wir uns auf eine allgemeine Übersicht derselben beschränken müssen.

b) Brutpflege bei Tieren, die bald nach der Eiablage sterben.

Zunächst ist hervorzuheben, daß in sehr vielen Fällen seitens der Eltern eine weitergehende Fürsorge um ihre Nachkommen aus verschiedenen Gründen überhaupt unmöglich ist. So bei den Eingeweidewürmern, die in inneren Organen des Wirtstieres eingeschlossen sind, während die Eier mit dem Kote nach außen gelangen und allen Zufälligkeiten preisgegeben sind, so auch bei den meisten Insekten, die bald nach der Eiablage aus dem Leben scheiden. Der erste dieser beiden Fälle ist jedenfalls der ungünstigste, und wir wissen, daß nur durch ein Mittel dieser Ungunst in wirksamer Weise begegnet werden konnte, nämlich durch eine geradezu staunenswerte Fülle von Keimen, die oft nach Millionen zählen und nun durch ihre

---

1) Kraepelin, K.: Die Brutpflege der Tiere. Samml. Virchow und Holtzendorff N. F. (6) Nr. 140. Hamburg 1892.
Wiedersheim, R.: Brutpflege bei niederen Wirbeltieren in: Biol. Centrbl. XX, 1900 p. 304 ff.

Massenhaftigkeit trotz aller Schicksalszufälle doch die Gewähr bieten, daß wenigstens eines von diesen Millionen Eiern zum reifen Geschlechtstiere heranwachsen werde. Leuckart hat einmal berechnet, daß das Quantum Eisubstanz, das ein Spulwurm produziert, auf menschliche Verhältnisse übertragen, einem Segen von 70 Kindern pro Tag entsprechen würde.

Bei den Tieren, welche zwar vor der Entwickelung ihrer Jungen zugrunde gehen, sich sonst aber freier Ortsbewegung erfreuen, liegen die Verhältnisse insofern ungleich günstiger, als das Weibchen die Eier nicht nur mit allerlei Schutzhüllen umgeben, sondern auch vor allem den Ort wählen kann, wo es dieselben unterbringen will. Die beiden schon erwähnten Grundbedürfnisse der aus dem Ei schlüpfenden Brut, Schutz und Nahrung, treten hierbei gewissermaßen in einen Konkurrenzkampf. Wenn irgend möglich, sucht die eierlegende Mutter beiden gerecht zu werden, wo dies unmöglich, dürfte das Nahrungsbedürfnis im Vordergrunde stehen, da bei mangelndem Futter die gänzliche Vernichtung der Nachkommen sicher ist, während der mangelnde Schutz immerhin noch einigermaßen durch gesteigerte Produktion von Keimen paralysiert werden kann.

α) Befriedigung des Nahrungsbedürfnisses der Brut.

Ohne weiteren Schutz als die chitinöse Eischale werden die Eier der Tagschmetterlinge an diejenige Futterpflanze gelegt, von welcher auch die Mutter als Raupe sich nährte, und wir stehen hier vor einem der schwierigsten Probleme in der Erklärung der Instinkte, indem es unfaßbar erscheint, wie ein vom Nektar der Blüte sich nährendes Insekt dazu kommt, für seine Nachkommen die Blätter einer oder weniger, bestimmter Futterpflanzen als die allein mögliche Nahrung auszuwählen. Noch rätselhafter fast erscheint der Fall bei den ebenfalls Honig saugenden Blumenfliegen, die ihre Eier in stinkende Mistjauche, die Nährflüssigkeit ihrer Larven, ablegen. Zur Erklärung dieser wunderbaren Instinkte hat man darauf hingewiesen, daß die sogenannte vollkommene Verwandlung der Insekten mit völlig andersartiger Lebensweise der verschiedenen Stadien vermutlich eine verhältnismäßig moderne Einrichtung in der Insektenwelt darstellt, und daß die auch heute noch bei Heuschrecken, Wanzen usw. sich findende stufenweise Entwickelung ohne Änderung der Lebensbedingungen ursprünglich wohl bei allen Insekten die

Regel war. Man wird so wenigstens zu der Vorstellung gelangen, daß die Nährweise der heutigen Larve das Ursprüngliche, die Anpassung an den Nektar der Blüten das erst spät Erworbene sei, und daß dementsprechend der altererbte Instinkt auch für die entwickelten Insekten wenigstens in Bezug auf die Brutfürsorge sich erhalten habe.

Noch bei zahllosen anderen Insektengruppen werden die Eier ohne besonderen Schutz in der Nähe der Nahrungsquellen oder an ihr untergebracht, wie auch die Eintagsfliegen zeigen, die ihre Eier einfach ins Wasser fallen lassen, also in dasjenige Element, in dem die Larven ihre Nahrung finden werden. Schwieriger erscheint die Aufgabe, wo auf dem Lande animalische Kost für die Larven erforderlich ist. Die von Aas lebenden Fleischfliegen (Musca vomitoria, Sarcophaga usw.) erkunden vermöge ihres vortrefflichen Geruchssinnes mit unfehlbarer Sicherheit den toten Kadaver und legen auf ihm ihre Eier ab. Die Bremen oder Biesfliegen verfolgen zu gleichem Zweck das lebende Säugetier, in dem die Larven schmarotzen sollen (Hautbreme Hypoderma, Nasenbreme Oestrus, Magenbreme Gastrus). Die Raupenfliegen (Tachina) erspähen sich lebende Raupen und besetzen sie, auf ihnen reitend, mit Eiern, aus denen dann die jungen Larven sich durch die Haut in das Innere bohren.

β) Natürliche Schutzmittel.

In der Regel aber wird gleichzeitig den Bedürfnissen nach Schutz mit allen nur denkbaren Mitteln Rechnung getragen. In erster Linie ist es die Erde, die vorzügliche Verstecke bietet und zunächst für alle diejenigen in Frage kommt, deren Larven von Wurzeln und verrottetem Laub sich nähren oder von lebenden Pflanzen, die leicht zu erklettern sind. Die Regenwürmer, die Schnecken, die Maikäfer, die Heuschrecken, die Grillen, die Zikaden und viele andere gehören in diese Kategorie.

Nicht minder günstig sind die zahllosen Schlupfwinkel, welche die zugleich auch als Nahrungsmaterial dienende Pflanze bietet, von den zarten Blüten- und Blattknospen, den Blättern und Zweigen bis herab zur rissigen Rinde, dem festen Holze und den Wurzeln des Baumes. Zwischen die Schuppen der jungen Knospen schieben die Obstwickler, die Frostspanner ihre Eier, in die Risse der Rinden die Weidenbohrer, worauf dann die auskriechenden Raupen tiefer in das Innere der betreffenden

Organe dringen. Ähnlich verhalten sich viele Bockkäfer, denen die Natur gleich den Schmetterlingen keinen Stech- oder Bohrapparat verliehen hat. In das Mark der Binsen und anderer Wasserpflanzen führt die Libelle ihre Eier ein, während die Blattwespen zu gleichem Behufe die Blätter und Zweige der Landpflanzen ansägen, und die Holzwespen mit starkem Legebohrer sogar tief in das Innere des Holzes vordringen. Manche Rüsselkäfer, die eines stechenden Legeapparates entbehren, wissen sich dadurch zu helfen, daß sie, wie die Nußbohrer (Balaninus) und die Blütenstecher (Anthonomus) zunächst mit ihrem langen, spitzen Rüssel ein Loch bohren und dann mit demselben Instrument das daneben gelegte Ei in die Tiefe stoßen, und die Borkenkäfer wühlen sich sogar in ganzer Person durch die Rinde der Bäume, um an den Seiten langer Muttergänge, meist zwischen Holz und Bast, in zierlichen Nischen die Eier abzulegen. Kurz gesagt, das Endresultat aller dieser verschiedenartigen Methoden, die Eier an der Futterpflanze in möglichst geschützter Lage unterzubringen, ist, daß überall im Inneren der verschiedenen Organe der Pflanzen, in Frucht und Samen, in Blatt und Zweig und Holzstamm, eine Fülle von Larven, frei von Nahrungssorgen und jedem Späherauge entrückt, ein überaus glückliches Dasein führt.

Aber auch die Fleischfresser wissen nicht selten die Befriedigung des Nahrungsbedürfnisses der Brut mit dem nötigen Schutz zu verbinden. Während die Fleischfliegen ihre Eier einfach an den toten Kadaver legen, kriechen die Stutzkäfer (Histeriden), die Raubkäfer, die Silphen in dessen Inneres, und erhöhen so den Schutz für ihre Brut. Den Tachinen, die in Ermangelung eines Legestachels sich ebenfalls damit begnügen mußten, die Oberfläche der von ihnen aufgesuchten Raupen mit Eiern zu besetzen, stehen die Schlupfwespen, Braconiden, Proctotrupiden nnd Evaniiden unter den Hautflüglern gegenüber, welche sämtlich die für ihre Nachkommenschaft auserwählten Wirtstiere mit langem Legestachel anbohren und so das Ei bis in die inneren Organe des Tieres gelangen lassen. Nicht nur Raupen werden auf diese Weise von ihnen heimgesucht, sondern auch mancherlei andere Insekten bis herab zu den Blattläusen und selbst zu den Eiern der Schmetterlinge. Den Bremen oder Biesfliegen endlich wäre etwa der berüchtigte Sandfloh (Sarcopsylla penetrans) gegenüber zu stellen, dessen Weibchen

in das Innere der Haut von Säugetieren und Menschen dringt und hier das Reifen seiner Eier abwartet.

γ) Künstliche Schutzmittel.

Wo die natürlichen Schutzmittel der Umgebung nicht ausreichen, werden in vielen Fällen künstliche geschaffen. Oft genug entstammen dieselben dem Muttertier selbst, so die Eikokons der Blutegel und Regenwürmer, die Eikapseln der Schaben, Zikaden und Gottesanbeterinnen, die Gallerthüllen der Mückeneier, das kunstvolle, birnförmige Gehäuse des schwarzen Wasserkäfers (Hydrophilus) und seiner Verwandten, die mannigfachen Gespinste, mit denen die Spinnen ihre Eier umgeben. Mit einer dicken Lage seiner eigenen „Afterwolle" überdeckt der Schwammspinner (Ocneria dispar) seine an Baumrinde abgelegten Eier, und die weiblichen Schildläuse schützen meist noch im Tode die zuweilen noch in dichte Wachswolle gehüllte Brut mit dem eigenen schildförmigen Leibe.

Eine höchst seltsame Fähigkeit besitzen zahlreiche Insektenfamilien und selbst Milben, indem sie es verstehen, die Pflanze, auf der sie leben, zur Bildung besonderer Auswüchse zu veranlassen, die man ganz allgemein als „Gallen" bezeichnet, und die dann der jungen Brut zugleich als Wohnung und Nahrung dienen. Am bekanntesten unter diesen Gallinsekten sind die Gallwespen (Cynipiden), von denen unsere Eichen allein einige 60 verschiedene Arten beherbergen, deren jede für die Art durchaus spezifische Gallen hervorruft. Daneben sind dann noch manche Blattwespen (z. B. Nematus) und Fliegen, die große Gruppe der Gallmücken (Cecidomyia), sowie verschiedene Kleinschmetterlinge (Retinia resinana usw.), Käfer (Gymnetron, Cleonus, Saperda populnea usw.), Blattläuse, Rindenläuse und Würmer als Gallenerzeuger zu nennen.

δ) Künstliche Schutzmittel mit Nahrungsvorräten.

Weitaus am interessantesten sind schließlich diejenigen Methoden der Erfüllung der zwei Grunderfordernisse für die Nachkommenschaft, bei denen augenscheinlich das Schutzbedürfnis im Vordergrunde stand und die Erledigung der Nahrungsfrage dann diesem in sinnreicher Weise angepaßt wurde. Schon die mannigfachen Verfertiger von Blattdüten, die Birkenrüßler (Rhynchites

betulae), die Haselrüßler (Apoderus coryli), die Afterrüßler (Attelabus curculionides) können wir hierher rechnen, wenngleich sie die beiden konkurrierenden Forderungen in einfachster Weise dadurch lösen, daß sie aus den Lappen eines bis zur Mittelrippe oder fast bis zum Rande quer durchschnittenen Blattes ein mehr oder weniger kunstvolles, dütenförmiges Schutzgehäuse verfertigen, dessen Innenzipfel selbst dann der Larve im Inneren als Futter dient. Deutlicher kommt die Voranstellung des Schutzprinzips bei den Grabbienen, Blattschneidebienen, Mauerbienen usw. zum Ausdruck. Erstere, die Andrena-, Anthophora-Arten usw., graben unterirdische senkrechte Gänge, die sie nicht selten (z. B. Osmia papaveris) mit den Blütenblättern des Mohns und anderer Pflanzen austapezieren. In diesen Schacht oder in kurze Seitenstollen desselben wird dann für jede Larve in besonderer Höhle ein Klumpen Blütenstaub eingetragen, der für die gesamte Entwickelung der Larve das nötige Nahrungsquantum darstellt. Im Prinzip übereinstimmend verfahren die Blattschneidebienen (Megachile), nur, daß hier aus halbkreisförmigen Abschnitten von Laubblättern (z. B. der Rosen) ein festgefügtes Röhrengehäuse gefertigt wird, das nun an irgendeinem geschützten Ort unter Moos oder Steinen seinen Platz findet und in seinem gekammerten Inneren so viel Portionen Blütenstaub enthält, als Eier hineingelegt wurden. Walnußgroße, aus durch Speichel verkittetem Sand bestehende Nester mit ähnlicher Einrichtung verfertigen die Mauer- oder Mörtelbienen (Chalicodoma), während die Holzbienen (Xylocopa) derartige Kinderstuben in selbstgenagten Röhren des Holzes oder im Innern hohler Stengel, manche Osmia-Arten die ihrigen sogar in leeren, oft noch von Tannennadeln überdeckten Schneckengehäusen herrichten. Manche einzeln lebenden Wespen bauen zierliche Lehmtöpfe und füllen sie mit Honig für das dazu gelegte Ei an (Eumenes coarctata). Auf die zahlreichen Fälle, in denen die Eier in die Nester anderer Tiere eingeschmuggelt werden (Schmarotzerbienen, Goldwespen usw.), wird in einem späteren Kapitel noch näher einzugehen sein.

Von den Verzehrern tierischer Exkremente sind es vor allem die Mistkäfer, welche es vorziehen, den Nahrungsstoff nicht an Ort und Stelle mit Eiern zu belegen, sondern Gänge und Höhlen zu graben, die sie mit diesen Stoffen anfüllen und erst dann die Eier hinzufügen. So verfahren schon unsere ge-

meinen Geotrupes-Arten, deren tiefe Erdlöcher allerdings meist unmittelbar unter dem auserwählten Kothaufen eingesenkt sind. Umständlicher ist die Methode der Mistpillenkäfer (Ateuchus, Sisyphus), welche einen zu mächtiger Kugel geformten Mistklumpen zunächst in eine abseits gelegene Höhle rollen, ihn dort nochmals zerzupfen und nun erst dem aufs neue geformten, von allen Parasiten, Pilzen usw. gereinigten Kloß als eßbarer Wohnstätte ihre Nachkommenschaft anvertrauen. Bekanntlich hat diese Gewohnheit des Mistkugel-Verfertigens den ägyptischen Vertreter dieser Gruppe (Ateuchus sacer) zu besonderer Berühmtheit gelangen lassen, indem er bei den alten Ägyptern als Sinnbild des Weltenschöpfers göttliche Verehrung genoß. Auch den Totengräbern (Necrophorus) unter den Aasfressern ist der freiliegende Kadaver als Pflegestätte für ihre junge Brut offenbar nicht sicher genug: Mit vereinten Kräften pflegen sie denselben erst schuhtief unter die Erde zu wühlen, ehe sie in ihm ihre Eier ablegen. — Die Gewohnheiten der Grabbienen, Blattschneidebienen usw. sehen wir dann endlich in einer für animalische Kost abgeänderten Form bei den sog. Raub- oder Mordwespen (Pompilus, Bembex, Sphex, Ammophila usw.) wiederkehren. Auch sie graben unterirdische Höhlen; das Futter aber, welches sie für ihre Brut dort eintragen, besteht aus Insekten oder Spinnen, die sie durch einen Stich gelähmt und der Bewegungsfähigkeit beraubt haben Im einzelnen herrschen hier mancherlei Verschiedenheiten, indem einige dieser Mordwespen das gesamte für die Entwickelung der Larven nötige Nahrungsmaterial gleich anfangs zusammentragen, während andere (Bembex), denen vermutlich ein längeres Leben beschieden, erst nach und nach neuen Vorrat für die heranwachsende Brut herzubringen. Den Mörtelbienen und Holzbienen entsprechen manche Grabwespen (Pelopoeus) und die Lehmwespen, von denen namentlich die Pillenwespe (Eumenes pomiformis) sich durch den Bau einer zierlichen, gallapfelartigen Lehmkugel auszeichnet, die sie mit den Räupchen kleiner Wickler füllt.

c) Brutpflege bei Tieren, die nicht nach der Eiablage sterben.

In den bisher besprochenen Fällen, mit Ausnahme der zuletzt erwähnten Mordwespen, mußte sich die Brutpflege infolge des frühen Todes der Eltern allein auf die passende Unterbringung der Eier beschränken. Ganz anders gestalten

sich vielfach, wenn auch durchaus nicht immer, die Verhältnisse, wenn es der Mutter vergönnt ist, noch über die Eiablage hinaus[1]), ja bis zum Heranwachsen der jungen Brut am Leben zu bleiben, und wenn ihr hierdurch die Möglichkeit gegeben ist, selbsttätig für den Schutz und die Nahrung, ja, auf höheren Entwickelungsstufen, in gewissem Sinne sogar für die Erziehung der jungen Nachkommenschaft Sorge zu tragen.

α) Tragen der Eier und Jungen.

Die einfachste Methode, die Eier bzw. Jungen zu hüten wie sich selbst, sie sozusagen nicht aus den Augen zu lassen, besteht natürlich darin, daß dieselben von der Mutter mit ihrem Körper dauernd beschützt (Riesenschlangen) oder gar getragen werden. Verhältnismäßig leicht läßt sich der letztere Modus im Wasser durchführen, wo das Gewicht des eigenen Körpers sowohl wie das der getragenen Bürde durch den Auftrieb ganz oder doch nahezu aufgehoben wird. Schon bei verhältnismäßig niedrig stehenden Meerestieren, den Seeigeln, Seesternen, Schlangensternen, Rüsselegeln (Clepsine), Borstenwürmern (Paedophylax, Amphinome) usw. sehen wir daher die Jungen dem Körper der Mutter anhaften, ja oft genug sind besondere Bruttaschen und Bruträume entwickelt, in denen die Brut eine sichere Wohnung findet. In den Lamellen der Kiemen lagern die Eier der Muscheln, an der Unterseite des aus Luftblasen und Schleimmasse gebildeten mächtigen Schwimmfloßes diejenigen der pelagischen Veilchenschnecken (Janthina), in der Schale die des Papier-Nautilus (Argonauta), während die Krebse fast durchweg ihre Eier am Körper, und zwar an den mannigfachsten Stellen und oft durch lamellöse Körperanhänge geschützt (Mysiden, Amphipoden), befestigt haben. Auch bei den seltsamen Pantopoden oder Asselspinnen sind die Jungen noch längere Zeit mit den Alten zu einem wirren Klumpen sich umschlingender Beine vereinigt. Unter den Wasserinsekten

---

1) Nur anmerkungsweise mag hier darauf hingewiesen werden, daß in gewissem Sinne von einer gesteigerten Brutpflege auch da gesprochen werden kann, wo der junge Organismus weit über das Eistadium hinaus im Körper der Mutter zurückbehalten wird und hier einen großen Teil seiner Entwickelung durchläuft, also bei den lebendig gebärenden (viviparen) und ovoviviparen Tieren (Säugetiere, manche Reptilien, Salamander, Haie, Knochenfische (Zoarces), Skorpione, Pupiparen, Blattläuse usw.).

kennen wir namentlich gewisse Wasserwanzen (Diplonychus, Zaitha), die ihre Eier mit sich führen und zwar in zierlicher Schicht auf dem flachen Rücken, so daß man unwillkürlich an ein gut gestrichenes Kaviarbrötchen erinnert wird. Unter den Fischen haben von jeher die Seepferdchen und die Seenadeln besonderes Interesse erregt, weil es hier merkwürdigerweise die Männchen sind, die in besonderen Bruttaschen die Eier und Jungen mit sich führen. Bei anderen Formen übernehmen die Weibchen eine ähnliche Aufgabe, wie das ebenfalls zu den Büschelkiemern gehörige Solenostoma und die surinamsche Welsform Aspredo laevis, welche letztere sich die Eier einfach auf den Bauch klebt. Von einem Fische aus dem See Tiberias, dem Chromis paterfamilias, wird berichtet, daß das Männchen in seinem Maule bis 200 Junge beschütze und ernähre, und Ähnliches wird von dem Arius Bookei von Ceylon und anderen Formen aus dem Amazonenstrom, wie von den Gattungen Galeichthys, Thropheus und Tilapia erzählt. Von den Amphibien ist es ebenfalls bekannt, daß viele eine z. T. höchst seltsame Brutpflege am eigenen Körper durchführen, von dem Männchen des einheimischen Feßlers (Alytes), der sich die Eierschnüre des Weibchens um die Hinterbeine wickelt und mit sich herumträgt, den Rhacophorus-, Hyla-, Dendrobates- und Hylodes-Arten, die ihre Eier sich an die Haut kleben oder die festgesogenen Jungen mitführen, bis zum zentralamerikanischen Taschenfrosch (Notodelphys ovifera), der seine Eier in einer großen Rückentasche bewahrt, dem Rhinoderma Darwini aus Südamerika, dessen Männchen den gewaltig erweiterten Kehlsack als Kinderstube benutzt, und der surinamschen Wabenkröte (Pipa dorsigera), bei der sich die vom Männchen dem Weibchen auf den Rücken gestrichenen Eier in eigentümlichen bienenzellenartigen Waben entwickeln.

Auf dem Lande ist das Tragen der Eier wegen der damit verbundenen Behinderung des Trägers weniger verbreitet. Unter den Gliedertieren sind es hier besonders die Spinnen, von denen viele ihre Eier in Gespinstballen und -säcken mit sich führen, so vor allem die Wolfsspinnen und die Geißelskorpione; auch ein Tragen der Jungen auf dem Rücken ist bei manchen von diesen nicht selten zu beobachten, wie denn auch die Skorpione ihre lebendig geborenen Jungen namentlich bei Gefahr wieder an sich nehmen. Unter den höheren Tieren sehen wir diese Methode am vollkommensten bei den Beuteltieren ausgebildet,

deren Bruttasche den Jungen oft monatelang als Aufenthaltsort dient; aber auch die Faultiere, die Affen und Fledermäuse tragen ihre Jungen mit sich, ohne mit einer besonderen Vorrichtung hierfür ausgestattet zu sein, und selbst bei den Pinguinen unter den Vögeln wird das Mitschleppen des Eies in einer Bauchfalte beobachtet. Von den zu Tode getroffenen Kapuzineraffen und Coaitas wird erzählt, daß sie ihr Junges erst sorglich auf einen Baumast legen, ehe sie hinsterbend in die Tiefe stürzen.

β) Verstecke und Nester.

Weiter verbreitet ist die Gewohnheit, die junge Brut irgendwo an einem sicheren Orte unterzubringen, wo sie vor allem den nötigen Schutz gegen äußere Feinde und die Unbilden der Witterung findet. Eine Rücksichtnahme auf die Nähe der Nahrungsquelle ist in diesem Falle unnötig, da ja, falls der vom mütterlichen Organismus dem Ei beigegebene Nahrungsdotter zur Ausbildung eines erwerbsfähigen Lebewesens allein nicht ausreicht, die noch lebenden und sorgenden Eltern jederzeit in der Lage sind, das nötige Nahrungsquantum herbeizuschaffen.

Bei Wassertieren ist dieses Anlegen eines sicheren Verstecks oder eines Nestes aus dem schon oben angedeuteten Grunde verhältnismäßig selten. In gewissem Sinne kann hierher die Brutpflege der achtarmigen Tintenfische (Octopus) gerechnet werden, indem die an einem sicheren Orte befestigten Eier vom Weibchen bewacht und auch vermöge des Trichters mit einem Strom frischen Wassers versorgt werden. Auch eine antarktische Schnecke, Voluta magellanica, verdient Erwähnung, da sie ihre Eier stets in die Schalen einer abgestorbenen Muschel, der Venus exalbida, legt. Unter den Gliedertieren dürfte hier wohl nur die Wasserspinne in Frage kommen, die in ihrem glockenförmigen, mit eingetragener Luft gefüllten Gespinstnetz, das unter Wasser an Pflanzen befestigt ist, nicht nur für sich selbst, sondern auch für ihre Eier und junge Brut einen recht wohnlichen Aufenthalt herrichtet. Von Fischen wissen wir, daß sie oft genug ihre Eier im Inneren von Muschelschalen, Wurmröhren usw. ablegen, ja, sie dort bewachen (z. B. Cristallogobius). Noch raffinierter verfährt das Weibchen unseres einheimischen Bitterlings (Rhodeus amarus), wenn es mit langer Legeröhre seine Eier zwischen die Kiemenblätter der großen Teichmuscheln (Anodonta) schiebt, wo die Jungen so lange ein geschütztes

Dasein führen, bis der Nahrungsdotter verzehrt ist, und sie behufs eigenen Nahrungserwerbs die unfreiwillige Hüterin verlassen müssen. Daneben sind als wirkliche Nestbauer zunächst die Stichlinge zu erwähnen, und zwar sowohl die des süßen Wassers, wie auch der Seestichling, sodann die Grundeln (Cottus, Gobio), Labrus-Arten und andere Meerfische, sowie vor allem die zierlichen Makropoden Ostindiens, deren Männchen aus schleimigen Luftblasen ein höchst seltsames, an der Oberfläche des Wassers schwimmendes Schaumnest zusammenspucken, in dessen Innerem dann die Jungen ihre erste Jugendzeit verleben. Auch unter den Amphibien sind solche Nestbauer bekannt geworden, die teils oberirdisch (Hylodes martinicensis von Guadeloupe, Rana opisthodon von den Salomonsinseln, Cystignathus mystaceus von Brasilien), teils unterirdisch (Rhacophorus Schlegeli von Japan) selbstgegrabene Höhlen mit einem Gemisch von Eiern und nährendem Schaum füllen. Endlich ist hier noch die Hyla faber Brasiliens zu nennen, die in seichten Tümpeln aus Schlamm eigentümliche Ringwälle mit ihren Händen aufmauert, um sie als Wohnstätte für ihre Jungen zu benutzen.

Ungleich häufiger indes sind derartige Verstecke und Nestbauten als Brut- und Pflegestätten für die heranwachsende Generation bei den Landtieren. In erster Linie ist es auch hier wieder, wie bei der Eiablage, die Erde, welche als sicherster Schlupfwinkel für die Brut in zahllosen Fällen betrachtet wird. Unterirdische Höhlen der mannigfachsten Art bauen die Hummeln, manche Ameisen und Termiten, sowie viele Spinnen, unter denen sich namentlich die Tapezierspinnen durch den kunstvollen Deckelverschluß ihrer röhrenartigen, prächtig mit Gespinst austapezierten Schlupfwinkel auszeichnen. In den Ufersand scharrt das Krokodilweibchen seine Eier, die es nun, darüber liegend, auch im Schlafe bewacht. Erdwohnungen zur Brutpflege sind dann namentlich auch bei den kleineren Säugetieren beliebt, wie der Fuchs, der Dachs, der Igel, der Maulwurf, der Biber, der Hamster, die Mäuse, Feldmäuse, Wasserratten, Murmeltiere usw. beweisen mögen, während die gefiederte Schar der Vögel nur in vereinzelten Fällen sich zu Erdbauten bequemt. Unsere Brandgänse, Uferschwalben und Eisvögel sind Beispiele hierfür, und noch weiter haben es in dieser Kunst des Höhlenbauens die Bienenfresser (Merops) gebracht. Treffliche Schlupfwinkel bieten des weiteren die Felsklüfte und die Höhlungen der Bäume, wo

die Wildkatze ihre Jungen großzieht, wo die Fledermäuse und die sog. Höhlenbrüter unter den Vögeln sich die Heimstätte bereiten, von den Meisen, Goldhähnchen, Baumläufern, Kleibern, Spechten bis herauf zu den Holztauben und den gewaltigen Nashornvögeln Afrikas und Ostindiens. Auch Ameisen und Termiten wissen das Innere der Stämme und Stümpfe durch Ausnagen wahrer Gänge-Labyrinthe wohnlich genug herzurichten.

Kunstvoller in der Regel sind dann diejenigen Nester, welche meist ohne Anlehnung an ein schon vorhandenes Höhlenversteck, frei auf der Erde oder in Baum und Strauch, selten auch in der Erde oder in hohlen Baumstämmen, aus besonders zusammengetragenem, festgefügtem Material erbaut werden. Die Mannigfaltigkeit dieser Nester in bezug auf Bauart und Baumaterial ist eine ungeheure und kann hier nur in den allgemeinsten Umrissen skizziert werden.

Unter den Insekten sind es namentlich die gesellig lebenden Formen, die Wespen, Bienen, Ameisen, Termiten, welche hierin Großartiges leisten. Während die beiden erstgenannten Gruppen bei ihrer Brutpflege das System des Wabenbaues eingeführt haben, bei dem jeder einzelnen Larve ein besonderes Kämmerchen angewiesen ist, in dem sie ihre ganze Entwickelung zu durchlaufen hat, huldigen die Ameisen und Termiten einem mehr freiheitlichen Prinzip, indem die jungen Larven in unregelmäßigen Gängen und Kammern zu vielen leben und je nach Witterung und Zweckmäßigkeit bald hierhin bald dorthin disloziert werden. Das Baumaterial der gesellig lebenden Wespen besteht wohl stets aus zerkauter Pflanzenmasse, die aber von sehr verschiedener Konsistenz und Beschaffenheit sein kann, von feinster, brüchiger Papierstruktur bis zu dicken, äußerst widerstandsfähigen Papp-Platten.[1]) Das Wachs, aus dem bekanntlich die Bienen ihre Waben bauen, sammelt sich aus Drüsen der Bauchwand zu bald erstarrenden Plättchen am Vorderrande der Bauchplatten an. Von hier werden die Plättchen mit den Vorderbeinen entnommen und mit den kellenförmigen Oberkiefern weiter beim Bau verarbeitet. Das Baumaterial der Termiten ist in erster Linie Ton und Erde, soweit nicht auch Holz oder der zu Ziegel-

1) Vgl. Moebius, K.: Die Nester der geselligen Wespen in: Abh. Naturw. Ver. Hamburg III, 1856.

steinen geformte Kot der Larven benutzt wird; am mannigfachsten sind die Stoffe, welche die Ameisen zu verwerten wissen. Bald handelt es sich um reine Erdbauten, bald um ein buntes Gemisch der verschiedensten übereinander geschichteten Reiser, Nadeln, Holzstückchen, Steinchen usw., wie es bei unseren Waldameisen zu beobachten. Aus zerkauter Holzmasse führt unser Lasius fuliginosus im Inneren hohler Bäume ein turmförmiges reich gekammertes Gebäude auf, und von gewissen tropischen Ameisen (Oecophylla) kennt man sogar Nester aus zusammengesponnenen Blättern, zu deren Herstellung die als Spinnspulen benutzten Larven den Spinnstoff hergeben mußten. — Bei den Vögeln sind die Nester der größeren Formen meist einfach gebaut und in der Regel nur aus groben und feineren Reisern hergestellt. Man nennt sie Horste. Es scheint, als wenn bei den in dieser Weise bauenden Vögeln, also den Raubvögeln, Tauben, Krähen, Reihern usw., infolge der Körpergröße und der meist geringen Zahl der Eier die Brutwärme auch ohnehin schon groß genug ist, um die Jungen zum Ausschlüpfen zu bringen, während bei den kleineren Formen, deren Eierzahl ja auch meist größer, durch alle nur denkbaren schlechten Wärmeleiter, wie Federn, Haare, Moos, Pflanzenfasern, Pflanzenhaare usw., das geringere Quantum von Brutwärme mehr vor Verflüchtigung geschützt werden muß. Es ist dies natürlich nur ein Erklärungsversuch, der vielleicht für die große Masse zutrifft, im einzelnen aber namentlich in den Tropen mit ihrer höheren Temperatur mancherlei Ausnahmen erkennen läßt. So können beispielsweise die aus Algen und Speichel oder auch nur aus Speichel hergestellten Nester der salanganenartigen Vögel gewiß nicht als wärmeschützend gelten, trotzdem es sich hier um sehr kleine Vogelformen handelt. Vom Baltimorevogel Nordamerikas (Icterus baltimore) wird übrigens berichtet, daß er seinen Nestbau nach dem Klima einrichtet und nur in den kälteren Gegenden seines Verbreitungsbezirks wärmende Niststoffe verwendet. Auf die verschiedene Art, wie die mannigfachen Niststoffe nun zu oft sehr kunstvollen Gebilden verarbeitet werden, wollen wir hier nicht näher eingehen, sondern nur auf die Kunstfertigkeit der sog. Weber (Ploceiden) hinweisen, die in der Flechtkunst Bedeutendes leisten, wie auf die Schneidervögel (Sutoria) Ostasiens, die ihren langen, dünnen Schnabel als Pfriemen benutzen und dann mit Hilfe von Pflanzenfasern

die äußere Blätterhülle ihrer Nester zusammennähen. Wie schon erwähnt, spielt in vielen Fällen der Speichel beim Nestbau eine bedeutende Rolle. Dies gilt in erster Linie von den Nestern der Salanganen und Segler; aber auch bei den Schwalben, dem Töpfervogel (Furnarius) und anderen, die als Nistmaterial Lehm und Erde benutzen, ist der Speichel von Wichtigkeit, und unsere Singdrossel pflegt ihr Nest mit einem Gemisch von Speichel, Kuhdung und vermorschtem Holz auszukleiden. — Von Säugetieren sind es besonders zahlreiche Nagetiere, welche ihre Nester frei auf Bäumen, Sträuchern usw. erbauen; so die Eichhörnchen, die Siebenschläfer, die Haselmäuse, die zierlichen Zwergmäuse, deren Kugelnester man oft genug auch an den Halmen des Getreides beobachten kann.

γ) Brutwärme.

Während im allgemeinen bei den Vögeln der eigene Körper die nötige Brutwärme liefert, gibt es auch vereinzelte Fälle, in denen eine andere Wärmequelle zu diesem Zwecke benutzt wird. Schon von den Straußen des äquatorialen Afrikas weiß man, daß sie vielfach das Brutgeschäft bei Tage der Sonne überlassen, gleich den Krokodilen und Schildkröten, die ihre Eier einfach in den Sand scharren. Eine höchst seltsame Methode, die an die Gewohnheit unserer Ringelnatter, ihre Eier in Misthaufen unterzubringen, erinnert, findet man aber bei den australischen Großfuß- oder Talegallahühnern, die einen mächtigen, noch dazu mit Ventilationsschornstein versehenen Haufen von faulenden Blättern über ihren Eiern zusammentragen, deren von den Eltern sorgfältig regulierte Gärungswärme dann zur Entwickelung der jungen Brut dienen muß. Nicht minder ingeniös verfahren andere Hühnerarten, wenn sie, wie die Megacephalon von Celebes, ihre Eier in den Sand warmer Quellen oder gar, wie Megapodius eremita des Bismarckarchipels, in die von der Tiefe her erwärmte sandige Asche der Vulkankrater legen und sich so von dem mühsamen Brutgeschäft frei machen.

δ) Nahrung der Brut.

Die Stoffe, mit denen die junge Brut in ihren Schlupfwinkeln genährt wird, entsprechen natürlich im großen und ganzen der Nahrung der Alten, doch werden sie in der Regel zuvor zerkleinert oder wohl gar vorverdaut. So liefern die

Arbeitsbienen in der ersten Zeit für sämtliche Larven, später wenigstens noch für diejenigen der Königinnen und Drohnen, den schneeweißen, geleeartigen Futterbrei aus den Speicheldrüsen oder aus dem Chylusmagen, die Ameisen den flüssigen Futtersaft aus ihren Kröpfen. Von einer Reihe tropischer Froscharten wissen wir, daß sie die in selbstgebauten Höhlungen abgelegten Eier mit einer eiweißartigen Schaummasse umgeben, die dann den Jungen zur Nahrung dient (vgl. S. 28). Die Körnerfresser unter den Vögeln füttern die noch ganz kleinen Jungen gern mit Insekten oder weichen die Körner vorher in ihrem Kropf ein (z. B. Finken). Eine rahmartige Masse zum Ätzen der Jungen produzieren die Tauben in ihrem Kropf, und bei den Säugetieren ist die Entwickelung eines eigenen Nahrungssaftes, der Milch, in besonderen Hautdrüsen, die sich fast stets als umgewandelte Talgdrüsen erwiesen haben, ganz allgemein, selbst bei den Eier legenden Schnabeltieren.

ε) Erziehung.

Während bei den tiefer stehenden Tieren die Brutpflege der Eltern im wesentlichen auf die Befriedigung des Schutz- und Nahrungsbedürfnisses der Jungen beschränkt bleibt, zeigen sich bei den höheren und intelligenteren Gruppen in der Regel auch deutliche Anfänge einer Belehrung und Erziehung der heranwachsenden Nachkommen. Schon die Art, wie eine Henne ihre Küchlein zum Futtersuchen anleitet, die Lock- und Warnrufe, durch welche sie dieselben in ihrem Handeln beeinflußt, geben uns ein hübsches und lehrreiches Bild von der Erziehungskunst in der Vogelwelt. Von den Wasservögeln ist es bekannt, daß sie ihre Jungen oft erst mit großem Raffinement an das nasse Element gewöhnen müssen, wie die Eiderenten, Steißfüße usw., die ihre Jungen zunächst auf dem Rücken mit sich führen, um dann plötzlich unterzutauchen und so die Kleinen zum selbständigen Kampf mit dem Wasser zwingen. Noch verbreiteter sind die verschiedenen Methoden, die schwere Kunst des Fliegens zu lehren, vom einfachen Locken von Zweig zu Zweig bis zum Herabwerfen vom Baum oder zur Methode der Eiderente auf das Luftmeer angewandt, wie wir es beim Adler sehen, wenn er sich mit seinen Jungen auf dem Rücken hoch in die Lüfte schwingt. Auch bei Säugetieren sind solche Unterweisungen und Belehrungen der Jungen vielfach üblich,

und namentlich vom Fuchs, der Katze und anderen Raubtieren weiß man zu erzählen, mit welcher Sorgfalt sie ihre Kinder den Fang der Beute lehren.

d) Anteilnahme der Männchen an der Brutpflege.

Wie schon erwähnt, und wie es auch in der Natur der Sache liegt, fällt der Hauptteil der gesamten Brutpflege in der großen Mehrzahl der Fälle dem Weibchen zu. Bei niederen Tieren, so namentlich bei den in der Pflege der Nachkommenschaft so vorgeschrittenen gesellig lebenden Insekten, verhalten sich die Männchen, abgesehen von einer zuweilen stattfindenden Beihilfe bei der Eiablage (Libellen) oder der Beschaffung des Nahrungsmaterials (Mistpillenkäfer), den Eiern und den Jungen gegenüber völlig indifferent, und bei höheren Wirbeltieren sind neben einer ähnlichen Gleichgültigkeit sogar Beispiele von offenbarer Feindseligkeit der Männchen gegen die Brut nicht eben selten. Die in der Verzückung des Liebesrausches sich fast wie toll gebärdenden Auerhähne zeigen für ihre Nachkommen auch nicht das geringste Interesse, und von den Truthähnen wird sogar angegeben, daß sie die Eier fressen, wenn die Hennen sie nicht genügend vor ihnen zu verstecken und zu schützen wissen. Selbst unter den Säugetieren, namentlich den Raubtieren, wie Wolf, Tiger, Bär, gibt es Beispiele genug von Vätern, die ihre eigenen Sprößlinge als willkommene Beute ansehen. Um so mehr muß es verwundern, wenn in anderen Fällen, und zwar gerade besonders auch bei den niedersten Wirbeltieren, Instinkte zur Ausbildung gelangt sind, durch welche in erster Linie das Männchen veranlaßt wird, die Sorge um die junge Brut auf sich zu nehmen. Bei den Seepferdchen und Seenadeln sind es, wie bereits erwähnt, die Männchen, welche die Bruttaschen besitzen, in welche die Weibchen ihre Eier hineinlegen; Stichlings- und Makropodenmännchen begnügen sich nicht mit der Herrichtung eines für die Eiablage bestimmten Nestes, sondern sie bewachen auch noch später auf längere Zeit die ausgeschlüpfte Brut und spedieren sie sorgfältig wieder in das Nest zurück, wenn sie sich zu weit daraus hervorgewagt hat; ja vom Chromis paterfamilias, Arius und anderen wissen wir, daß sie die heranwachsenden Jungen in Maul- und Kiemenräumen beherbergen. Auch bei den Amphibien ist eine solche Brutpflege von seiten der Männchen ziemlich verbreitet, wie die

Beispiele des Feßlers, des Rhinoderma Darwini (vgl. S. 26) und anderer beweisen mögen. Noch allgemeiner endlich beteiligen sich in der Klasse der Vögel die Männchen (Tauben, Kiebitze, Schwimmvögel usw.) am Brutgeschäft, die meisten allerdings nur bei Tage, indem sie für die Nacht dem Weibchen das Reich allein zu überlassen pflegen. Nur von dem Kiwi, Nandu, Emu, den Kasuaren, den Laufhühnern (Turnix) und dem nordischen Wassertreter (Phalaropus) wird berichtet, daß allein die Männchen dem Brutgeschäft obliegen, und ebenso nehmen die männlichen Strauße entweder ganz oder doch in der letzten Zeit, vor dem Auskriechen der Jungen, die gemeinsame Elternpflicht allein auf sich. Die Männchen der Nashornvögel sollen das brütende Weibchen in seiner Baumhöhle einmauern und es mit Nahrung versorgen.[1]) Bei den kleinen Krallenäffchen (Quistitis) trägt auch das Männchen nicht selten das Junge, und die Männchen der menschenähnlichen Affen helfen wenigstens beim Nestbau. Der Gorilla schläft nachts unter dem Baum, auf dem seine Familie wohnt, der Schimpanse in einer Astgabel unter deren Nest. — Wie alle diese bei nahen Verwandten oft völlig verschiedenen Instinkte zur Ausbildung gelangt sind, wird sich im einzelnen wohl schwerlich jemals feststellen lassen. Nur so viel steht wohl außer Zweifel, daß es sich hier in keinem einzigen Falle um bewußtes und überlegtes Tun handelt, sondern um instinktive Handlungen, die — auf Grund eines sich auf die Brut erstreckenden Eigentumsgefühles — als das Endresultat langandauernder Selektionsprozesse in so verschiedenartiger Weise zur Ausbildung gelangt sind.

---

1) Nach neueren Beobachtungen dürfte es indes wenigstens bei den afrikanischen Gattungen (Lophoceros usw.) das Weibchen selbst sein, das mit Hilfe seines klebrigen Kotes das Einmauern besorgt.

III. Die Beziehungen der Individuen derselben Art zueinander (Schwarm, Herde, Staatenbildung).[1])

a) Gründe für und gegen die Vergesellschaftung über die Familie hinaus.

Aus der Notwendigkeit der Verjüngung der Art ergab sich die engere Verbindung der beiden Geschlechter, aus den Bedürfnissen der jungen Brut die Bildung der Familie. Legen wir uns nun die weitere Frage vor, ob denn nun auch noch über die Familie hinaus Beziehungen der Artgenossen zueinander existieren, und ob solche mehr als freundliche oder als feindliche sich entwickelt haben, so bietet sich uns schon a priori eine ganze Reihe von Gesichtspunkten, die in ihrer völligen Gegensätzlichkeit erkennen lassen, daß hier seitens der Natur ein ungemein schweres Problem zu lösen war, und daß demzufolge, ganz wie bei der Brutpflege, die Verhältnisse von Fall zu Fall, je nach den gegebenen Faktoren und Umständen, mit Hilfe der Naturzüchtung sich regeln mußten. Von vornherein liegt der Gedanke nahe, daß die elterliche Liebe mit der Vermehrung der Mühen und Sorgen beim Heranwachsen der jungen Brut nicht ab-, sondern zunehmen werde, und daß auch umgekehrt die Jungen, je älter und verständiger sie werden, je höher sie in der Tierreihe stehen, desto mehr die treue Pflege der Eltern erkennen und ihnen in Dankbarkeit zugetan sind. Ja, auch von den Geschwistern, die von derselben Elternliebe gepflegt, in den gleichen Lebensverhältnissen, unter den gleichen Fährlichkeiten heran-

---

1) Vgl. Brandt, A.: Vergesellschaftung und gegenseitiger Beistand bei Tieren in: Virchow und Holtzendorff N. F. 12. Ser. Heft 279, Hamburg 1892.

Espinas, A.: Die tierischen Gesellschaften, deutsch von W. Schloeßer. Braunschweig 1879.

Girod, P.: Tierstaaten und Tiergesellschaften. Aus dem Französischen übersetzt von W. Marshall. Leipzig 1901.

Marshall, W.: Leben und Treiben der Ameisen. Leipzig 1889.

Perrier, E.: Les colonies animales. 2e éd. Paris 1898.

Ferner die ungemein reiche Literatur über die Staaten der Insekten in den Schriften von Bethe, v. Buttel-Reepen, Emery, Fabre, Forel, Friese, Huber, Janet, Lubbock, Wasmann, Wheeler u. a.

wuchsen, die sich ineinander schicken gelernt und gewiß oft genug gegenseitige Liebesdienste sich zu erweisen hatten, sollte man erwarten, daß das sie verknüpfende Band so leicht sich nicht lösen werde, zumal ja ein festes Zusammenhalten Mehrerer zweifellos ein wirksamer Schutz gegen äußere Feinde ist. So würde man zu der Annahme einer Familie von dauerndem Bestande kommen und, sobald auch die Jungen wieder herangewachsen und zur Fortpflanzung geschritten, zu einer aus Familien zusammengesetzten Gemeinschaft, die man je nach der Höhe ihrer Organisationsstufe als Horde, Herde, Volk, Staat oder sonstwie bezeichnen könnte. Es mag schon hier gesagt werden, daß derartige Bildungen tatsächlich vorkommen, und auch die Empfindungen, die ich soeben als mutmaßlich vorhanden skizzierte, mögen dabei zuweilen eine gewisse Rolle spielen, wie mancherlei Beispiele von Geschwisterliebe und Handlungen des Mitleids gegen hilfsbedürftige Artgenossen beweisen. Anderseits ist zunächst darauf hinzuweisen, daß intensivere Gefühlsregungen überhaupt erst bei den höheren Tierformen zur Beobachtung kommen, demnach wenigstens in der niederen Tierwelt schwerlich auf gegenseitige Beziehungen der Artindividuen irgendwelchen bestimmenden Einfluß ausüben werden. Sodann aber bieten sich auch bei höheren Tieren mancherlei Gesichtspunkte, welche sowohl die Dauer der Familie, wie vor allem ihr Wachsen über ein gewisses Maß, als in vieler Hinsicht unzweckmäßig erscheinen lassen. Schon die Rivalität der Männchen im Kampf um den Besitz der Weibchen muß als ein erstes hemmendes Moment angesehen werden, wenn ein längeres Zusammenbleiben der Familienglieder über die Mannbarkeit der Nachkommen hinaus in Frage kommt. Noch entschiedener aber zwingt wohl in vielen Fällen die Sorge um die zum Lebensunterhalt nötige Nahrung den herangewachsenen Familiengenossen eine Trennung auf. Überblickt man die ungeheure Fülle organischen Nährmateriales, das namentlich den Pflanzenfressern in Wiese und Feld, in Busch und Wald zur Verfügung steht, so wird man allerdings von vornherein kaum geneigt sein, diesem Gesichtspunkte irgendwelche größere Bedeutung beizulegen, wenigstens nicht für die auf die Pflanzenwelt angewiesenen Tierspezies. Dennoch kann es keinem Zweifel unterliegen, daß auch für diese, wenn auch nicht allein aus Gründen des Nahrungserwerbes, das Maximum der auf einem bestimmten Areal überhaupt existenzfähigen Exemplare

längst erreicht ist, und daß demnach eine beliebige Anhäufung derselben auf begrenztem Raum keineswegs im Bereiche der Möglichkeit liegt. Es folgt dieser Satz ohne weiteres aus der Wahrnehmung, daß die Zahl der Individuen, die im Verbreitungsbezirk einer Art von dieser vorhanden ist, im großen und ganzen die gleiche bleibt, trotzdem bei allen Lebewesen die Zahl der zur Erhaltung der Art produzierten Keime eine ungeheure ist und jedenfalls eine so große, daß bei günstiger Entwickelung aller dieser Keime von jeder einzelnen Tier- oder Pflanzenspezies der gesamte verfügbare Raum der Erdoberfläche in wenigen Jahrhunderten oder Jahrtausenden völlig okkupiert sein würde. Ein Elefantenpaar, das zweifellos von allen Tieren die geringste Zahl von Keimen hervorbringt, liefert im Laufe eines neunzigjährigen Daseins durchschnittlich nur drei Paar Junge; dennoch würde nach Darwin die Zahl der Nachkommen bereits nach 500 Jahren auf 15 Millionen gestiegen sein, wenn eben alle Jungen gleichmäßig zur Entwickelung und zur Fortpflanzung kämen, und ein Vogelpärchen mit fünfjähriger Lebensdauer und vier Bruten zu je vier Jungen würde bereits nach 15 Jahren auf 2000 Millionen sich vermehrt haben. Nun aber sind die gewählten Beispiele solche von besonders niedriger Vermehrungsziffer. Schon eine Forelle produziert jährlich etwa 6000 Eier, der Hering 40000, der Karpfen 200000, der Stör gar zwei Millionen, und die Fruchtbarkeit der Spul- und Bandwürmer wurde von Leuvenhuk auf 60 resp. 100 Millionen Eier berechnet. Wenn, wie die Erfahrung lehrt, trotz dieser ungeheuren Vermehrungsziffern die Zahl der Elefanten, Singvögel, Forellen, Karpfen, Bandwürmer unter den gleichen Lebensbedingungen durch Jahrhunderte und Jahrtausende hindurch im wesentlichen die nämliche bleibt und geblieben ist, so folgt daraus mit unumstößlicher Gewißheit, daß von all den Tausenden und Millionen von Keimen, die der Erhaltung der Art dienen sollten, während der Lebensdauer der Alten nur je zwei zu voller Entwickelung gelangt sind, die nun berufen erscheinen, den Platz der hinsterbenden Alten einzunehmen und auszufüllen. Von 6000 Forellen fallen also 5998, von 200000 Karpfeneiern 199998 einem frühzeitigen Tode anheim, sie gehen zugrunde im Kampfe ums Dasein; die letztgenannten Zahlen sind ihre „Vernichtungsziffern". Da diese Verhältnisse nun für alle Lebewesen die nämlichen sind, gleichgültig ob Tier oder Pflanze,

so folgt daraus, daß es ein Trugschluß ist, wenn wir kalkulieren, diese Wiese mit ihrem üppigen Pflanzenwuchs könnte gewiß noch mehr Kaninchen oder Hasen, dieser Wald mehr Maikäfer oder Nonnenraupen ernähren, ohne daß von irgendwelcher Konkurrenz oder gegenseitiger Beeinträchtigung die Rede zu sein brauchte. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse so, daß in der Gegenwart jede einzelne Tier- und Pflanzenart sich das im Kampfe mit Klima, Feinden, Nahrungskonkurrenten usw. mögliche Maximum ihres Bestandes bereits erobert hat. Und selbst, wenn infolge des Eintrittes günstigerer Lebensbedingungen die eine oder die andere Art auf kurze Zeit in unerhörter Weise die Herrschaft an sich zu reißen sucht — man denke an die Kulturplage der Feldmäuse, Hamster, Borkenkäfer, Nonnenraupen usw. —, so genügt die Wiederkehr normaler Verhältnisse, um in wenigen Jahren den Eroberer auf seine frühere Bestandziffer zurückzudrängen. Es ist daher nach dem Gesagten wohl zweifellos, daß auch bei den auf pflanzliche Nahrung angewiesenen Tieren eine dauernde, mehr und mehr anwachsende Vergesellschaftung der Individuen einer Art immerhin ihre bedenklichen Seiten hat. Sehen wir doch auch, daß bei Formen, die etwa schon als Familie auf die gemeinsame Ausnutzung eines beschränkten Areales angewiesen sind, wie z. B. die Borkenkäfer, Blattkäfer, Raupen usw., oft genug besondere Freßmethoden entwickelt sind, die alle darauf hinauslaufen, den Geschwistern möglichst wenig bei ihrem Nahrungserwerb „ins Gehege" zu kommen. Ungleich schwieriger liegen natürlich die Verhältnisse noch bei den Raubtieren. Von unseren heimischen insektenfressenden Singvögeln glaubt man, daß ihre auffallende Verminderung in den letzten Dezennien nicht sowohl den Nachstellungen, denen sie ausgesetzt sind, zugeschrieben werden muß, als vielmehr der sorgfältigeren Forstkultur, bei der auf möglichste Beseitigung der kranken, von den Insekten bevorzugten Bäume hingearbeitet wird. Raubvögel und Raubsäugetiere haben in der Regel ihr besonderes Jagdrevier, in dem sie keine Konkurrenz dulden, und dasselbe gilt auch von vielen kleineren Vögeln, wie dem Eisvogel, dem Wasserstar und anderen „Einsiedlern". Der Jagdbezirk eines Steinadlerpaares in den Alpen wird auf 20 Stunden Durchmesser geschätzt, und die Hunde in Konstantinopel haben sich gewöhnt, jeden Eindringling aus einem fremden Stadtbezirk erbarmungslos totzubeißen.

Unter Berücksichtigung aller hier angedeuteten Gesichtspunkte wird man von vornherein zu dem Schlusse kommen, daß die Bildung dauernder und größerer Tiergesellschaften nur unter besonders günstigen Umständen sich vollziehen kann. Sehen wir nun, wie die Verhältnisse in Wirklichkeit sich gestaltet haben.

b) Unorganisierte Vergesellschaftung von Tieren derselben Art.

Von den niederen Tieren wurde bereits hervorgehoben, daß die Gefühle der Eltern-, Kindes- und Geschwisterliebe wohl schwerlich bei ihnen entwickelt sind und keinesfalls bestimmend auf ihr Verhalten zueinander einwirken dürften. Dennoch finden wir gerade bei ihnen verhältnismäßig häufig Ansammlungen von Individuen in so gewaltigen Scharen, wie sie bei den höheren Tieren kaum je getroffen werden. Die Gründe für diese völlig unorganisierten und daher in keiner Weise mit einem Volksstamm oder Staat in Parallele zu stellenden Vereinigungen sind mannigfacher Art.

α) Meerestiere.

In erster Linie handelt es sich hierbei um Meerestiere, die entweder frei treiben und dann durch die gleichen physikalischen Bedingungen, wie Meeresströmungen, Salzgehalt, Temperatur des Wassers usw., vereinigt sind, teils um festsitzende Formen mit verhältnismäßig geringer Fähigkeit der Ortsveränderung, deren bescheidene, auf den Detritus des Meeres gerichtete Nahrungsansprüche ihnen im bewegten, immer neue Nahrungspartikelchen herzuführenden Wasser eine größere Vergesellschaftung auch ohne gegenseitige Beeinträchtigung ermöglichen. Zur ersten Kategorie solcher durch die herrschenden physikalischen Verhältnisse bedingten Schwärme gehören beispielsweise die in unseren nordischen Meeren das Meerleuchten hervorrufenden Noktiluken, die am gewitterschwülen Sommerabend plötzlich zu Milliarden aus der Tiefe emporsteigen und die obersten Schichten des Wassers erfüllen; sodann die hauptsächlich den Meeresströmungen folgenden Schwärme der Quallen, Siphonophoren, Copepoden, der Salpen, Janthinen, Pteropoden, Heteropoden und Argonauten. Als festsitzende, oder nur in beschränkter Weise bewegliche, Kolonien bildende Formen

erwähne ich unter anderen die Seerosen und Seenelken, die Bachwürmer (Tubifex) unserer Gräben und Bäche, die Hydroidpolypen und Korallen, die Austern, die Miesmuscheln, die Röhrenwürmer. Wohl besitzen manche von diesen frei bewegliche, flimmerbekleidete Larven, die wohl in der Lage wären, auch an entfernterer Stelle sich anzusiedeln; allein im allgemeinen fühlt die junge Larve sehr bald das Bedürfnis, sich festzusetzen, und sie tut augenscheinlich wohl daran, da einerseits der Wohnplatz der Alten lehrt, daß eben gerade hier die günstigen Lebensbedingungen vorhanden sind, und andererseits das fließende Wasser mit seiner Zufuhr von immer neuen Detritusmengen offenbar denselben Effekt ausübt, als wenn die Tiere selbst auf weiter Wanderung sich die nötigen Nahrungsstoffe „eigenhändig" zusammensuchen müßten. Wem, wie im Schlaraffenlande, die gebratenen Tauben von selbst in den Mund fliegen, der braucht sich mit seinen Genossen nicht in die weite Welt zu zerstreuen, um des Lebens Notdurft zu stillen.

Wieder in anderen Fällen ist es gerade die Nahrung, die große Scharen einer Tierart zu Schwärmen vereinigen kann, so wenn am Eisrande der nordischen Meere die mikroskopischen Algen in kaum glaublicher Menge sich entwickeln und hierdurch den Copepoden, Daphniden usw. in nicht minder erstaunlichen Scharen zur Entwickelung verhelfen, die dann wieder den Schwärmen größerer Tiere in immer aufsteigender Linie, den Tintenfischen, Heringen, Schellfischen, Delphinen, Walen, direkt oder indirekt eine schier unvertilgbare Fülle von Nahrungsstoff bieten.

Ist in diesem Falle die reichliche Nahrungsquelle die Ursache stärkeren Zusammenseins und Zusammenbleibens der Artgenossen, so kann andererseits auch der gemeinsame Geschlechtstrieb derartige Ansammlungen hervorrufen. Berühmt ist ja seit langer Zeit das plötzliche Auftreten des Palolowurmes (Eunice viridis u. a.) auf den Korallenriffen der Südsee, dessen mit Geschlechtsprodukten beladene kopflose Hinterenden zur Zeit des letzten Mondviertels im Oktober und November aus dem Inneren der Korallenblöcke zu Milliarden an die Oberfläche emporsteigen, wo die Vermischung der Geschlechtsprodukte erfolgt. Häufiger sind die Fälle, in denen die Tiere für die Eiablage bestimmte Brutplätze aufsuchen und zu dem Ende oft weite Wanderungen unternehmen. Schon von einer Qualle (Crambessa)

wird berichtet, daß sie zum Laichen in Scharen aus dem Meere ins Brackwasser zieht. Das klassische Beispiel für solche gemeinsamen Züge zu den altgewohnten Laichplätzen bietet aber der Hering, dessen Schwärme oft eine Länge von 5—6 Kilometer, eine Breite von 3—4 Kilometer erreichen und dabei so dicht sind, daß man nur mit Mühe ein Ruder in diese, bezeichnenderweise „Bänke" genannten Scharen hineinstoßen kann. Ähnliche Wanderzüge finden wir bei den übrigen heringsartigen Fischen, den Sprotten, Sardellen, Sardinen, wie bei den Thunfischen, Makrelen, Stören und anderen. Auch die Lachse steigen in Scharen aus dem Meere stromaufwärts zu ihren fern im Binnenlande gelegenen Laichplätzen. Ein Wechsel des Elements findet gar statt bei den Seeschildkröten, die zur Eiablage dem Lande zustreben, während umgekehrt die Landkrabben das Meer aufsuchen.

Endlich scheint bei manchen Vergesellschaftungen von Wassertieren auch der durch enges Zusammenhalten in gewissem Sinne zweifellos gebotene Schutz nicht ohne Bedeutung zu sein. Es ist bekannt, daß namentlich die Jungfische sich vielfach in Scharen nahe beieinander halten, wie ja auch die jungen Aale als sogenannte Montée zu Hunderttausenden aus dem Meere wieder flußaufwärts streben. Wenn hierbei auch Tausende und aber Tausende den Gefahren der Reise und den überall lauernden Feinden zum Opfer fallen, so ist doch für das Gros oder wenigstens für das Zentrum dieser Kolonnen zu hoffen, daß sie ihr Ziel erreichen, ehe die Feinde Zeit und Appetit gefunden, sich bis zu ihm durchzufressen.

β) Landtiere.

Ganz ähnliche Gründe wie im Meer können nun auch auf dem Lande eine Vergesellschaftung von Tieren veranlassen, ohne daß dabei irgendwelche Organisation zur Ausbildung zu kommen brauchte. Überfluß an Nahrung ist es, der die Reisfinken, die Spatzen zu Tausenden in den Kornfeldern vereinigt, Mangel an Nahrung, der die Raupen der Weißlinge von den kahl gefressenen Weideplätzen oft in Scharen zur Auswanderung nach entlegeneren Kohlpflanzungen zwingt und die ungeheuren Wolken der Heuschrecken weiter treibt in Gebiete, die bis dahin noch von ihnen verschont waren. Auch die Wanderungen der Lemminge, der Wanderratten, der Wandertauben, Flughühner usw.

sind vermutlich auf Nahrungsmangel zurückzuführen, während wir über den inneren Grund der zuweilen beobachteten Schmetterlings- und Libellenzüge noch im unklaren sind.

Den zu den Laichplätzen eilenden und hier sich stauenden Heringen sind die Schwärme der Mücken und Eintagsfliegen mit ihren Tänzen über dem Wasser, die Ansammlungen der Kampfhähne und Hühnervögel auf den Balzplätzen vergleichbar.

Noch häufiger finden sich Vergesellschaftungen, die, wie bei den Jungfischen, in erster Linie der Gewinnung eines besseren Schutzes ihren Ursprung verdanken. Von den Staren, den Zeisigen, Hänflingen, Meisen, Goldhähnchen usw. sehen wir, daß sie nach beendeter Brutzeit zu großen Schwärmen „sich zusammenschlagen", und für viele andere gilt dies wenigstens für die Zeit des Wanderzuges von und nach dem Süden, ohne daß hierbei in vielen Fällen besondere Führer oder dergleichen auf engere Beziehungen der vereinigten Individuen zueinander schließen ließen. Von besonderem Interesse sind die Gewohnheiten namentlich vieler Watvögel und Schwimmvögel, die, im Gegensatz zu den eben besprochenen Formen, gerade während der Brutzeit zu Nistkolonien sich vereinigen. Schon im Binnenlande sind solche Kolonien der Reiher und Kormorane mit ihren zahlreichen Baumhorsten, der Schwalben und Uferschwalben, der Webervögel, wie endlich der Seeschwalben und Möwen an den Ufern unserer Süßwasserseen bekannt. Noch ungleich großartiger gestaltet sich dieses koloniale Beisammenleben bei den vorwiegend auf das Meer angewiesenen Vögeln, den Alken, Lummen, Tölpeln, Sturmvögeln, Möwen, Pelikanen, Pinguinen usw. usw., die nicht nur im Norden die sog. Vogelberge zu Hunderttausenden besiedeln, sondern auch die Küsten und Inseln (z. B. Kerguelen) der südlichen Meere, wo sie namentlich an der chilenischen Küste Veranlassung zu mächtigen Guanolagern geben. Es leuchtet ein, daß eine solche Vergesellschaftung wahrhaft unzählbarer Individuen derselben Art am ehesten noch da möglich ist, wo eine schier unerschöpfliche Nahrungsquelle, wie sie das fischreiche Meer darstellt, zur Verfügung steht.

Aus der Gewährung eines gegenseitigen **Wärmeschutzes** dürften endlich die dichtgedrängten Ansammlungen der in Winterschlaf gefallenen Fledermäuse zu erklären sein.

c) Organisierte Gesellschaften.

In den bisher besprochenen Fällen handelte es sich fast ausnahmslos um eine bloße Anhäufung von Individuen ohne inneren Zusammenhalt, ohne Leitung, ohne gegenseitige Hilfe oder Arbeitsteilung bei etwaigen, der Gesamtheit zugute kommenden Verrichtungen. Es scheint nun, als wenn aus derartiger Vergesellschaftung sich verhältnismäßig leicht eine gewisse Reziprozität der Individuen zueinander, ein gemeinsames Handeln und in letzter Instanz eine Unterordnung unter besondere Führer, eine innere Organisation des Ganzen unter weitgehender Arbeitsteilung entwickeln kann.

α) Fehlen einer autoritativen Führung.

Manche der soeben angeführten Beispiele bedürfen nur einer geringen Modifikation, um uns alsbald eine höhere Stufe der Gesellschaftsbildung vor Augen zu führen. Wenn die Raupen des Kohlweißlings als regellose Horde den Bahndamm überschreiten, um das jenseits desselben gelegene Kohlfeld aufzusuchen, so stellt sich uns der entsprechende Vorgang bei den Raupen des Prozessionsspinners, beim Heerwurm, bei den Wanderzügen der Treiberameisen (Eciton) mit ihrer bestimmten Marschordnung und — im letztgenannten Beispiel — sogar mit eigenen Zugordnern, als eine vermutlich durch häufige Übung erworbene Weiterentwickelung des einfachen, auf die Gewinnung neuer Weideplätze gerichteten Wandertriebes dar. Ähnlich, wenn die Flüge der dem Süden zustrebenden Wandervögel allmählich eine bestimmte Zugordnung annehmen, wie beispielsweise bei den Wildenten, Wildgänsen oder Kranichen, wodurch für die große Masse der Nachfolgenden die Überwindung des Luftwiderstandes erleichtert wird, und wo dann, nach bestimmten Zeiträumen, der den Weg bahnende „Vorflieger" durch irgendein anderes Glied der Gesellschaft von seinem schweren Posten abgelöst wird. Auch auf den gemeinsamen Brutplätzen und bei den gemeinsam nach Nahrung umherschweifenden Vogelhorden können sich die ersten Anfänge des Gemeinsinnes herausbilden, so, wenn die noch unreifen Pinguine am Brutgeschäft der Alten sich beteiligen, wenn die Weibchen der Madenhacker (Buphaga) zu 4—5 in einem Neste gemeinschaftlich brüten, wenn unsere einheimischen Krähen sowohl bei der Nahrungssuche wie bei ihren Nestkolonien besondere Wächter anstellen und sogar den gegenseitigen Raub

von Niststoffen bestrafen, oder wenn endlich die Murmeltiere, die Präriehunde ihr schrilles Pfeifen ertönen lassen, um durch diesen Warnungsruf wie durch Zauberschlag die gesamten Mitglieder der Kolonie in ihren Höhlen verschwinden zu machen.

Gegenüber den Reihern, Kormoranen, Webervögeln, Schwalben, Salanganen und anderen, die sich damit begnügen, ihre Nester tunlichst nahe beieinander anzulegen, ohne dadurch etwas anderes als das Gefühl der Gesellschaft und vielleicht der erhöhten Sicherheit zu erlangen, sind die Siedelsperlinge Südafrikas (Philetaerus socius) einen Schritt weitergegangen, indem sie ihre Nester nicht getrennt, sondern nebeneinander unter einem gemeinsamen, aus Buschmannskraut gefertigten Dache anlegen und dadurch nicht allein Schutz gegen Regen, sondern auch gegen die dort so zahlreichen, den jungen Vögeln nachstellenden Schlangen erreichen, die eben des Daches wegen zu den im übrigen voneinander unabhängigen Hunderten von Nestern der einzelnen Familien nicht gelangen können. Gemeinsame Nester verfertigen auch viele Raupen (Goldafter, Brandafter, Ringelspinner, Pflaumenspinner, Gespinstmotte usw.), um gegen die Unbilden der Witterung geschützt zu sein, ja sogar manche Spinnen (Uloborus republicanus), während das Aneinanderkleben der Zellen bei einer im übrigen solitär lebenden Mauerbiene (Chalicodoma rufibarbis) mehr auf ein allgemeines Schutzbedürfnis zurückzuführen sein dürfte. Am großartigsten sind wohl die gemeinsam aufgeführten Dämme der Biberkolonien, die dazu dienen, den für die Familienwohnungen zweckmäßigen Wasserstand auch im Hochsommer zu erhalten. Man erkennt hier ein planmäßiges, geradezu staunenswerte Ergebnisse lieferndes Zusammenarbeiten einer Vielheit von Individuen, ohne daß jedoch die scharfe Isolierung, der strenge Zusammenhalt der einzelnen Familien dadurch irgendwie beeinträchtigt wäre. Nur die mehr oder minder bewußte Empfindung, daß diese Bauten einem jeden in gleichem Maße zugute kommen, hat hier zu gegenseitigem Helfen, zu einer ausgeprägten Reziprozität geführt, die einen gemeinsamen Zielpunkt hat.

So ziemlich auf der nämlichen Stufe stehen die Vereinigungen von Tieren zu gemeinsamem Beuteerwerb. Das bekannteste Beispiel hierfür bieten ja die Wölfe, deren Rudel wahre Kesseltreiben veranstalten, Hinterhalte legen, Scheinangriffe machen, kurzum für den gedachten Zweck wie von einem einzigen Willen

beherrscht erscheinen, ohne daß eine besondere Führerschaft zur Ausbildung gelangt wäre. Auch andere Wildhunde, wie Dingo, Buansu (Canis primaevus) und namentlich der indische Kolsum (Canis dukhunensis) haben ähnliche Gewohnheiten. Erzählt man doch von letzterem, daß selbst Bär und Tiger den vereinten und geschickten Angriffen ihrer Meute unterliegen. Gemeinschaftlicher Fischfang wird von den brasilianischen Fischottern berichtet. Unter den Vögeln sind es namentlich die Krähen, bei denen gemeinsames Jagen beobachtet ist, und selbst kleinere Vögel tun sich zusammen, wenn es gilt, die verhaßten Eulen zu befehden.

β) Mit Unterordnung unter eine führende Persönlichkeit.

Von einer wirklichen Organisation der Tiergesellschaften wird man aber erst da sprechen können, wo die in den bisher betrachteten Fällen bestehende Koordination der Individuen in eine Subordination übergeht, sei es, daß eine autoritative Persönlichkeit das Tun und Treiben der Gesamtheit regelt und leitet, sei es, daß eine weitgehende, zum Teil auch durch körperliche Differenzierung ausgeprägte Arbeitsteilung jedem Gliede eine bestimmte, dem Wohle des Ganzen dienende Tätigkeit vorschreibt.

In gewissem Sinne ist eine solche Organisation mit führendem Oberhaupt schon bei den in Polygamie lebenden Vögeln, d. h. bei den Hühnern und Straußen vorhanden. Der Hahn fühlt sich als der Herr seines „Volkes", er wacht, er kämpft für sie, er teilt mit seinen Hennen die gefundenen Bissen und heischt Gehorsam. Eine ganz ähnliche Organisation zeigen die bei Säugetieren so vielfach zu beobachtenden Herden. Aus bereits früher erörterten Gründen sind es fast ausschließlich Pflanzenfresser, wie Rinder, Antilopen, Schafe, Hirsche, Elefanten, Kamele, Pferde usw., bei denen eine solche Vergesellschaftung zahlreicher Individuen möglich ist; nur das Meer mit seinem Nahrungsreichtum gestattet ein Gleiches auch für Tierfresser, wie das Beispiel der Seelöwen und anderer Ohrenrobben lehrt. In der Regel ist es bei den Herden ein altes Männchen, das die Führung und die Herrschaft beansprucht auf Grund einer Autorität, die sich aus der des Familienoberhauptes entwickelt hat und auch von den jüngeren Männchen respektiert wird, solange seine körperliche Überlegenheit außer Zweifel steht. Im

übrigen herrschen ziemlich weitgehende Verschiedenheiten. Bald handelt es sich um kleinere Trupps mit nur einem Männchen, wie bei den Wildschweinen, so daß man es tatsächlich nur mit einer einzigen, durch Polygamie erweiterten Familie zu tun hat, bald um wahre Völker, wie bei den Pferden und Rindern, bei denen dann ein besonders altes und angesehenes Männchen die Führung übernommen hat. Auch ein Wiederzerfall der Herde in einzelne polygame Familien zur Zeit der Begattung ist eine nicht seltene Erscheinung (z. B. Antilopen). Bei den Ohrenrobben verfahren die Männchen hierbei ganz ähnlich, wie die Römer beim Raub der Sabinerinnen, nur daß sie sich nicht mit dem Besitz einer einzigen Lebensgefährtin zu begnügen pflegen.

Die höchst organisierten, unter einheitlicher Führung stehenden Völker finden wir bei den Affen, die dabei zugleich in mehr oder minder strenger monogamer Ehe zu leben pflegen, sich also als wirkliche Familien zu einer Einheit höherer Ordnung vereinigt haben. Das Gefühl der Zusammengehörigkeit bei diesen Horden der Affen, ihre Mitteilungsfähigkeit, ihr Mitempfinden und Mittun bei allem, was den einzelnen oder die Gesamtheit betroffen hat, geht weit über das hinaus, was sonst bei den Tiergesellschaften in die Erscheinung tritt. Bereits die niederen Formen der neuweltlichen Affen, die Krallen- und Brüllaffen, haben ihre Führer, die blinden Gehorsam genießen, und dasselbe gilt von den Meerkatzen, den Pavianen, den Schlankaffen usw. der alten Welt. Jedes Glied der Bande fühlt sich als Glied der Gemeinschaft, sei es, daß es gilt, den Genossen von Dornen und Ungeziefer zu befreien oder aus drohender Gefahr zu erlösen, sei es, daß gemeinsame Arbeit zur Erlangung der Nahrung zu verrichten ist, wie das Umdrehen großer, der Kraft des einzelnen widerstehender Steine oder die Aufstellung einer Handlangerkette bei der Plünderung der menschlichen Kulturen und dem Fortschaffen des Raubes. Ein Adler, der sich erkühnte, eine junge Meerkatze zu attackieren, wurde sofort von mindestens zehn starken Affen der Horde gepackt und konnte nur mit Mühe entfliehen; selbst Leoparden und Löwen werden von den Pavianen in Schach gehalten. Auch die streng monogamen Gibbons und Schimpansen leben in kleineren, von dem angesehensten Männchen geführten Trupps zusammen; nur Orang und Gorilla scheinen nicht über den Stand der Familie hinauszugehen.

γ) Insektenstaaten.

Während wir so bei den höchst organisierten Gruppen des Wirbeltierstammes gesellschaftliche Verhältnisse entwickelt finden, die kaum oder nicht von denen der tiefst stehenden Menschenrassen sich unterscheiden, sind im Stamme der Gliedertiere auf wesentlich anderer Grundlage Gemeinschaften von Artgenossen zustande gekommen, die wegen der Einheitlichkeit ihres Aufbaues, der starren Gesetzmäßigkeit, unter der sich das Tun des einzelnen wie der Gesamtheit bei strenger Trennung der Funktionen abspielt, von jeher mit Vorliebe als Staaten bezeichnet wurden. Ich spreche von den Staaten der Bienen, Hummeln, Wespen, Ameisen und Termiten. Es kann gewiß nicht in Abrede gestellt werden, daß es sich hier um ein höchst eigenartiges, durch die Großartigkeit und Mannigfaltigkeit der Leistungen geradezu bewunderungswürdiges Phänomen handelt; allein mit einem wirklichen Staatswesen haben diese ausnahmslos auf geschlechtlicher Grundlage aufgebauten Genossenschaften herzlich wenig zu tun. Nicht eine Summe selbständig wollender Individuen hat sich hier freiwillig zu einer höheren Einheit vereinigt und ihre Leistungen nach Angebot und Nachfrage geregelt, wobei die Unterordnung unter einen durch Intelligenz und Kraft ausgezeichneten Führer, oder aber die Respektierung selbstgeschaffener Gesetze den inneren Zusammenhalt bewirkt; sondern das Prinzip der Arbeitsteilung, gegründet auf die bis zur äußersten Einseitigkeit geführten Funktionen der Geschlechter bei der Produktion und Aufzucht der neuen Generation und ausgebildet bis zur Unfähigkeit des selbständigen Bestehens der Einzelindividuen, hat hier einen Organismus geschaffen, in dem jedes Glied ohne Mitwirkung einer das Ganze beherrschenden Oberleitung diejenigen Aufgaben erledigt; zu denen es in Gemäßheit seines Geschlechtsstandes und infolge langandauernder Naturzüchtung von starken, keine Freiheit der Wahl zulassenden Instinkten getrieben wird.

Das Charakteristische der Insektenstaaten liegt, wie bereits erwähnt, in der streng durchgeführten Arbeitsteilung für Eiproduktion und Brutpflege, wobei die letztere in der Regel von unbefruchteten (Wespen, Hummeln) oder unvollkommen entwickelten (Bienen, Ameisen) Weibchen, den sogenannten Arbeitern, selten daneben auch von unentwickelten Männchen (Termiten) ausgeführt wird, während den normal funktionierenden Männ-

chen und Weibchen die Instinkte der elterlichen Fürsorge für ihre Nachkommen mehr oder weniger völlig verloren gegangen sind. Die Männchen werden hierdurch zu unnützen „Drohnen“, die nur für den Akt der Begattung unentbehrlich sind, während den Weibchen ganz ausschließlich die Aufgabe einer allerdings ins Großartige gesteigerten Eierproduktion zufällt. Die eigentliche Arbeit, die Sorge für Wohnung und Nahrung der Tausende heranwachsender junger Larven, für den Schutz gegen Feinde und sonstige Gefahren liegt in den Händen der „Arbeiter“, die somit als die eigentlich Regierenden anzusehen sind, so sehr ihnen auch der Besitz eierlegender Weibchen, der „Königinnen“, zum ordnungsmäßigen Betriebe des Ganzen vonnöten sein mag. Zwischen den Insassen eines solchen Gemeinwesens existieren zweifellos enge Beziehungen. Das gegenseitige Erkennen wird, wie zahlreiche Versuche beweisen, in erster Linie durch den sogenannten Nestgeruch gewährleistet, der wahrscheinlich durch den spezifischen Geruch des Sekretes der Speicheldrüsen bedingt ist; eine, wie es scheint, ziemlich weitgehende Mitteilungsfähigkeit wird durch gegenseitiges Beklopfen mit den Fühlern ermöglicht. Als soziales Band ist nach Wasmann das instinktive Gefühl der Zusammengehörigkeit, der Gesellschaftstrieb und der Nachahmungstrieb anzusehen, während die Betätigung dieser sozialen Instinkte bei den die Gemeinschaft zusammensetzenden Einzelwesen durch individuelle Sinneswahrnehmungen und Sinneserfahrungen bestimmt und geleitet wird.

Die Leistungen, welche so von der Gesamtheit eines im Insektenstaate vereinigten Volkes vollbracht werden, sind staunenerregend und haben von jeher die Aufmerksamkeit zahlreicher Forscher gefesselt. In erster Linie ist es die Bautätigkeit, die in ihrer Fülle eigenartiger Konstruktionen und in der Großartigkeit der Ausführung höchste Bewunderung erregt, von den mit mathematischer Genauigkeit hergestellten Wabenbauten der Bienen und Wespen bis zu den labyrinthischen Galerien und Gängen der Ameisen und den gigantischen Hügelbauten der afrikanischen Termiten. Nicht minder mannigfaltig und bewundernswert erscheint dann die eigentliche Brutpflege, die, wie schon früher erwähnt, im wesentlichen nach zwei durchaus verschiedenen Prinzipien durchgeführt wird, indem bei den Bienen und Wespen das strenge Zellsystem besteht, bei dem jede Larve in besonderer Kammer täglich eine abgemessene Nahrungsportion

erhält, während sie bei den Ameisen und Termiten zu vielen in den Gängen und Kammern vereint gehegt und gefüttert werden. Modifikationen dieser zwei Hauptmethoden sehen wir dann einerseits bei den stachellosen Bienen oder Meliponen der Tropen, die zwar Zellen bauen, wie die Honigbiene, aber die Larven nicht füttern, sondern die Zellen gleich von vornherein mit dem nötigen Quantum von Blütenstaub und Honig versehen, um sie darauf zu schließen, andererseits bei den Hummeln, bei denen die aus Wachs, Pollen und Harz ohne Ordnung hergestellten Zellen nur eine geringe Rolle spielen. Dieselben werden, unter steter Ergänzung des dazu getanen Blütenstaubes, mit mehreren Eiern belegt, bei der Verpuppung der Larven aber wieder zerstört, worauf dann später die leeren Puppenkokons vielfach, nach Art der Bienenzellen, als Honigspeicher Verwendung finden.

Das Herbeischaffen der Nahrung und die Pflege der Brut wird bei den Wespen und Hummeln, sofern es sich nicht um die erste, vom überwinterten Weibchen allein ausgeführte Anlage der Kolonie handelt, der Hauptsache nach von unbefruchteten und wohl nur zur parthenogenetischen Erzeugung männlicher Individuen[1]) befähigten Weibchen besorgt, die man auch wohl fälschlich „Arbeiter" zu nennen pflegt. Bei den Bienen, Meliponen und Ameisen dienen hierzu ausschließlich die auch sonst durch mancherlei körperliche Merkmale charakterisierten unentwickelten Weibchen, die man als echte Arbeiter bezeichnet, und die oft noch wieder in mehrere, durch Größe usw. unterschiedene Kategorien zerfallen (Ameisen). Selbst bei der Honigbiene kann man die jüngeren, im Hause beschäftigten Stockbienen von den älteren Flugbienen unterscheiden. Bei den Termiten wird die Zahl der Arbeitsformen noch dadurch vermehrt, daß auch unentwickelte, arbeitende Männchen auftreten.

Neben der Brutpflege liegt den Arbeitern auch die Abwehr der Feinde ob, wofür bei vielen Ameisen und Termiten

---

1) Der Streit, ob aus den unbefruchteten, parthenogenetisch abgelegten Eiern unter allen Umständen männliche Individuen hervorgehen müssen, scheint noch immer nicht endgültig entschieden zu sein. Nach den Beobachtungen von Reichenbach (Biol. Zentrbl. XXII, S. 461—465) entwickelten sich aus Arbeitereiern des Lasius niger (Ameise) neben Männchen auch zahlreiche Arbeiter, während Viehmeyer (Allgem. ent. Ztg. IX, S. 334—344) stets nur Männchen erzielte.

besondere „Soldaten" mit großem Kopf und starken Kiefern zur Ausbildung gelangt sind. Daran schließen sich bei den Ameisen die Kriege mit verwandten Arten, die Sklavenjagden, während andere, oft an das Wunderbare grenzende und später noch genauer zu betrachtende Einrichtungen, wie Getreidebau und Pilzzucht, Benutzung der Blattläuse als Milchkühe, die Inpflegenahme zahlreicher Ameisengäste, der Hauptsache nach die Beschaffung des nötigen Nahrungsquantums, resp. besonderer Leckerbissen zum Zielpunkte haben.

Bei allen diesen verschiedenen Aufgaben und Verrichtungen handeln die Arbeiter je nach den gegebenen Verhältnissen und nach ihrer Individualität verschieden, unterstützen sich jedoch nach Möglichkeit, sobald einer die Absicht des anderen begriffen hat; ja selbst eine Pflege verwundeter und kranker Genossen ist mehrfach beobachtet worden. Männchen und Weibchen werden von ihnen gleich den Larven gefüttert, erstere allerdings oft bei Eintritt der kälteren Jahreszeit vernachlässigt oder gar getötet (Drohnenschlacht), während die Weibchen sozusagen das Bindeglied darstellen, das die Gemeinde zusammenhält, da letztere ohne diese zerfällt und zugrunde geht. Von solchen „Königinnen" enthält der Bienenstaat bekanntlich stets nur eine, die dann nach Erbrütung einer Nachfolgerin mit einem Teile ihres Volkes den Stock verläßt. Bei den Wespen und Hummeln findet sich ebenfalls bis in den Herbst hinein, wo dann auch zahlreiche Männchen auftreten, meist nur ein einziges befruchtetes Weibchen, nämlich dasselbe, das nach beendetem Winterschlaf die Kolonie neu begründete, während die übrigen, von ihr hervorgebrachten und als Arbeiter fungierenden Weibchen unbefruchtet bleiben, wenn sie auch zur parthenogenetischen Eiablage befähigt sind. In den Staaten der Termiten ist in der Regel neben einem einzigen eierlegenden Weibchen, der Königin, auch nur ein einziges, voll entwickeltes Männchen, der König, vorhanden. Seltener treten in demselben Stocke zwei Pärchen auf. Bei den Ameisen hingegen findet man fast immer außer zahlreichen Männchen mehrere bis viele voll entwickelte und befruchtete Königinnen, ohne daß hier solche „Eifersuchtsdramen" sich abspielen, wie sie von den Rivalinnen im Bienenstaate berichtet werden. Wasmann glaubt diese abweichende Erscheinung im Ameisenstaate möglicherweise auf die beträchtlich längere Lebensdauer der Ameisenarbeiter (2—3 Jahre gegen wenige Wochen

bei den Bienen) zurückführen zu können, indem er meint, daß hierdurch die Arbeiter selbständiger und von der Königin unabhängiger würden, eben bis zu dem Grade, daß sie auch ein Nebeneinander mehrerer Königinnen ohne Verwirrung ertragen könnten.

Das Füttern der Larven, Männchen und Weibchen geschieht, abgesehen von den Hummeln und Meliponen, von Mund zu Mund mit dem Futterbrei (Bienen) oder dem Nahrungssafte des Kropfes. Von großem Interesse ist die Entwickelung besonderer Futterindividuen bei der mexikanischen Honigameise (Myrmecocystus mexicana), d. h. von stets im Inneren des Erdhöhlennestes verbleibenden Arbeitern, die, nach dem durch Bißwunden bewirkten Verschluß des Enddarmes, von den Genossen bis zum Übermaß derart mit Honig gefüttert werden, daß ihr Hinterleib einer kleinen Weinbeere gleicht, um dann zur mageren Jahreszeit oder bei schlechter Witterung als Honigvorratstopf, aus dem jeder nach Bedarf entnehmen kann, verwandt zu werden. Nicht minder seltsam ist der Gebrauch, den nach Green die Arbeiter einer ostasiatischen Ameise, der Oecophylla smaragdina, von ihren Larven machen, indem sie dieselben als Spinnspulen benutzen (vgl. S. 30), mit deren Hilfe sie die Blätter hoch oben in den Zweigen zum kugeligen Neste zusammenspinnen. Auch Gespinstgürtel um die Stämme zum Schutz gegen das Vordringen einer anderen kleinen Ameisenart werden nach Halland von der Oecophylla mit Hilfe ihrer im Maule dorthin transportierten Larven ausgeführt. — Alles in allem kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, daß wir in den Staaten der Bienen, Wespen, Ameisen und Termiten das Vollkommenste vor uns haben, was an gesellschaftlicher Organisation im Tierreiche zur Ausbildung gelangt ist. Die Grundlage, auf der diese Staaten sich aufbauten, war vielleicht, wie Boelsche meint, eine verfehlte und führte zur Erstarrung; rein objektiv betrachtet aber erheben sich ihre Leistungen hoch über das, was selbst die menschenähnlichsten Wirbeltiere in dieser Beziehung aufzuweisen vermögen.

IV. Die Beziehungen verschiedener Tierarten zueinander.

Zwischen den Tieren, welche verschiedenen Arten oder gar verschiedenen Klassen angehören, fehlen naturgemäß alle die mannigfachen Beziehungen, die sich aus dem Geschlechtstriebe, der Elternliebe, der Zuneigung der Geschwister oder überhaupt der Artgenossen ergeben, und es wäre daher wohl denkbar, daß die zahllosen Gestalt- und Organisationsformen des Tierreiches auf unserer Erde im wesentlichen unabhängig voneinander dahinlebten, weder in gutem noch in bösem Sinne beeinflußt von den anders gearteten und auf andere Lebensbedingungen angewiesenen Mittieren, wenn nicht ein übermächtiger Faktor diesen Gedanken eines friedlichen Nebeneinander illusorisch machte: die Notwendigkeit, die durch den Lebensprozeß verbrauchten Substanzen des Körpers durch Zufuhr neuer organischer Stoffe zu ersetzen, d. h. also das Bedürfnis des Nahrungserwerbes. Gewiß gibt es Fälle genug, in denen das Interesse des einen Geschöpfes hierbei in keiner Weise mit dem des anderen kollidiert, wie es denn beispielsweise der Pilzmade völlig gleichgültig sein kann, ob daneben am Kraut die Raupe frißt, oder dem mäusejagenden Bussard, ob der Reiher mit seinem Fischfange erfolgreich ist; im großen und ganzen aber stehen selbst Tiere verschiedenster Organisation in mehr oder weniger direkter Wechselbeziehung zueinander, und zwar in erster Linie auf Grund der bereits früher erörterten Tatsache, daß die Erde schon längst mit dem Maximum von organischen Wesen besetzt ist, welches sie zu ernähren vermag, verbunden mit dem Gesetz von der Überproduktion der Keime.

1. Pflanzenfresser und Tierfresser.

Selbst wenn es auf der Erde nur Pflanzenfresser gäbe, würden die beiden angeführten Tatsachen in zahllosen Fällen eine gegenseitige Beeinträchtigung der einzelnen Tierarten herbeiführen. Im allgemeinen kann man die Pflanzenfresser scheiden in solche, die sozusagen unterschiedslos die gesamten Kräuter und Gräser eines Gebietes abweiden, wie etwa die Rinder und Schafe, und in solche, die nur auf eine oder wenige Pflanzenarten gewissermaßen abgestimmt sind, nur diese zur Befriedigung ihres Nahrungsbedürfnisses angreifen und lieber verhungern, ehe sie mit einem anderen Stoffe fürlieb nehmen. Bei den Tieren der ersten Gruppe ist natürlich eine gegenseitige Beein-

trächtigung, eine Konkurrenz um den Lebensunterhalt ganz ebenso vorhanden, wie unter den Individuen derselben Art, da es für das hungernde Reh gewiß keinen Unterschied macht, ob das zur Verfügung stehende Wiesenstück schon vorher von anderen Rehen, oder aber von Hirschen und Rindern abgeweidet ist. Anders bei den Spezialisten, die auf ganz bestimmte Pflanzen oder gar nur einzelne Organe bestimmter Pflanzen angewiesen sind, wie dies vor allem bei zahlreichen Insekten und deren Larven der Fall ist. Unter diesen ist eine direkte Konkurrenz völlig ausgeschlossen, sobald es sich, wie in dem oben gewählten Beispiel von Pilzmade und Blattraupe, um Tiere verschiedener Geschmacksrichtung handelt; um so verhängnisvoller muß dafür aber der Wettbewerb zwischen denen werden, die etwa in gleicher Weise nur die Blätter oder die Früchte einer einzigen, vielleicht noch überdies seltenen Pflanzenart als Nahrung verwenden können. Der Verkümmerung und dem Hungertode werden dann leicht zahllose Individuen einer Tierart durch die Konkurrenz einer anderen ganz in derselben Weise anheimfallen, als wenn das Mißverhältnis zwischen Nahrungsquantum und Nachfrage durch ein Zuviel der eigenen Artgenossen herbeigeführt worden wäre.

Nun aber gibt es auf der Erde nicht nur Pflanzenfresser; es bedürfen vielmehr zahlreiche Tiere ganz oder zum Teil der animalischen Kost, die sie sich in der Regel durch Tötung anderer Tiere zu verschaffen suchen, gleichgültig, ob diese letzteren selbst Vegetarianer sind oder nicht. Die Mehrzahl solcher „Raubtiere" zeigt nun eine ähnliche, wenn auch nur selten so stark ausgeprägte Spezialisierung in bezug auf die Wahl ihrer Beute, wie dies von vielen Pflanzenfressern gilt, und zwischen solchen auf verschiedene Tierformen abgestimmten Räubern herrscht dann im wesentlichen dieselbe Indifferenz, wie zwischen den in gleicher Lage befindlichen Pflanzenfressern. Den Bussard, um bei den früheren Beispielen zu bleiben, ficht es nicht an, wenn der Reiher den Teich auch bis auf den Grund ausfischt, oder wenn der Grünspecht den Ameisenhaufen nach Beute durchstöbert. Immerhin ist ein solcher Ausschluß jeglicher Konkurrenz bei der geringeren Spezialisierung weit seltener, als bei den Pflanzenfressern. Wissen wir doch, daß selbst Fuchs, Dachs und zahlreiche größere Raubvögel den Singvögeln, Fröschen usw. die Insektennahrung schmälern, wenn besseres Wild aus der Klasse der Wirbeltiere nicht zu erlangen ist.

2. Raubtier und Beutetier.

Handelt es sich in den bisher betrachteten Fällen der Hauptsache nach um einen Konkurrenzkampf, wie ihn auch die Genossen der gleichen Art in Tier- und Pflanzenreich miteinander auszufechten haben, einen Kampf, der meist ohne offensichtliche Befeindung nur durch Vorwegnahme des wichtigsten Lebensbedürfnisses, der ausreichenden Nahrung, fort und fort unermeßliche Opfer fordert, so tritt uns in dem Verhältnis von Raubtier und Beute die offene, nackte Feindschaft entgegen, ein Vernichten des fremden Lebens durch brutale Gewalt zur Befriedigung des eigenen Bedürfnisses auf der einen Seite, ein Sichwehren und Zuentgehensuchen auf der anderen Seite mit tausend Mitteln, welche die Todesangst und der Selbsterhaltungstrieb in überraschender Fülle zur Ausbildung gelangen ließen. Dieser offene Kampf, der ein jedes Geschöpf, ob Pflanzen- oder Tierfresser, in gleicher Weise bedroht, da sich fast immer noch ein stärkerer Räuber findet, der dem schwächeren nachstellt, ist es vor allem, der weitgehende Anpassungen der Körperform und der Instinkte an die umgebenden Lebensverhältnisse bei den einzelnen Arten und Gruppen des Tierreiches hervorgerufen hat; er gilt als der mächtigste, die geschlechtliche Zuchtwahl an Bedeutung weit hinter sich lassende Faktor der Naturzüchtung. Nur diejenigen Formen, denen es gelungen, in diesem beständigen Ringen auf Tod und Leben genügende Schutz- oder Angriffsmittel zur Ausbildung zu bringen, konnten im Laufe der Jahrtausende ihren Platz behaupten, während das Unzulängliche oder gar Unzweckmäßige schonungslos ausgemerzt wurde.

a) Schutz- und Trutzmittel der Beutetiere[1]).

Stellen wir uns zunächst auf den Standpunkt des Beutetieres, des Schwächeren, Verfolgten, der sein Leben vor den überall lauernden und spähenden Räubern zu schützen sucht, so ergibt sich für die Erreichung dieses Zweckes eine große Fülle von Möglichkeiten, die wir dann tatsächlich in der Natur auch verwirklicht finden. Von besonderem Interesse erscheint es, daß es sich dabei im wesentlichen um dieselben Mittel handelt, deren auch der Mensch in Fällen drohender Gefahr sich zu bedienen pflegt.

1) Vgl. Cuénot, L.: Les moyens de défense chez les animaux in Rev. sc. (4) IX, 1898 S. 449—458.

α) Mittel zum Entfliehen und Sichverbergen.

Das einfachste Mittel, dem nahenden Feinde zu „entgehen", ist wohl die Flucht. In allen Arten der Fortbewegung, im Laufen und Springen, im Klettern, Fliegen und Schwimmen, haben es viele Tierarten zu einer staunenswerten, weit über menschliches Können hinausgehenden Fertigkeit gebracht, und es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die dauernd gegebene Notwendigkeit des Fliehens bei der Heranzüchtung dieser Fertigkeiten eine nicht unwichtige Rolle gespielt hat. Freilich darf man bei der Entwickelung solcher, oft noch durch allerlei Raffiniertheiten, wie Hakenschlagen (Hase), Zickzackflug (Schnepfe) usw. gesteigerten Fähigkeiten nicht vergessen, daß infolgedessen ja nun auch die Räuber, falls sie nicht verhungern wollen, zu gleicher Steigerung ihrer Leistungen gezwungen werden, so daß sich hieraus, ähnlich wie bei den Kriegen der Menschen zwischen Panzer und Geschoß, ein scheinbar endloser oder doch bis zur äußersten Grenze der physischen Möglichkeit fortgeführter Wettkampf der Bewegungsleistungen zwischen Beutetier und Verfolger ergeben mußte.

Neben der einfachen Flucht ist das Sichverbergen wohl das verbreitetste Mittel der Sicherung. Schon bei der Besprechung der Eiablage und des Schutzes der jungen Brut wurde ausgeführt, welche Fülle von Verstecken der Tierwelt zu Gebote steht. In der Erde selbst, in selbstgegrabenen Gängen und Höhlen hausen die Regenwürmer, die Werren und Grillen sowie zahllose Insektenlarven, denen sich das Heer derjenigen anschließt, die unter Steinen, Moos, abgefallenem Laube, im Mulm, unter Rinde, in leeren Schneckenhäusern usw. ihr Wesen treiben, wie die Lauf- und Raubkäfer, die Wolfsspinnen, Tausendfüßer, Asseln, Laufmilben und viele andere. In Mauerritzen, unter Baumstümpfe ziehen sich die Reptilien zurück, und kunstvolle Erdhöhlen bilden die Zufluchtsstätten der meisten kleineren Säugetiere, von den Mäusen, Wühlmäusen, Hamstern bis herauf zu Kaninchen, Murmeltier, Präriehund und Biber, von den raubenden Spitzmäusen und Maulwürfen bis zu Dachs und Fuchs mit ihren oft großartig angelegten Bauten. Auch ganze Völker gesellig lebender Insekten wählen gern die schützende Erdhöhle zum Wohnsitz, wie die Hummeln und viele Ameisenarten. Von den Termiten wissen wir sogar, daß sie die verbergende Erddecke überhaupt nicht entbehren zu können

glauben und daher zu ihrem Tagewerk des Herbeischaffens von Baustoffen und Nahrung nur unter dem Schutze von aus Erde gefertigten, gedeckten Laufgräben oder gewölbten Gängen auszurücken wagen.

Eine ungeheure Mannigfaltigkeit der Verstecke bietet sodann die Pflanzenwelt. In der Hauptsache sind es allerdings die noch unentwickelten Tiere, die Larven, welche in Blatt und Blüte und Frucht, in Mark und Rinde, in Stamm und Wurzel ein verborgenes Dasein führen, wie dies ja bereits bei der Brutpflege hervorgehoben wurde; aber auch den Erwachsenen sind solche Schlupfwinkel willkommen, wenn die Anforderungen des Lebens nicht ein freies Zutagetreten erfordern: In den Blütenkelchen der Blumen bergen die Fliegen und Bienen sich zur Nachtruhe, die Blütenkäfer und Blasenfüße; in den Kapseln des Mohn und anderer Gewächse, wie in hohlen Stengeln, hausen die Ohrwürmer, die Ameisen und mancherlei anderes „Ungeziefer"; in Blattauswüchsen und verunstalteten Blattstielen haben Milben und Blattläuse ihren dauernden Wohnsitz aufgeschlagen. Seltsam plattgedrückte, also einer solchen Lebensweise besonders angepaßte Käfer, Wanzen, Spinnen und Tausendfüßer kommen zum Vorschein, wenn wir ein Stück lockerer Rinde vom Baumstumpfe lösen. Im dichten Laub der Bäume, im wogenden Kornfelde oder im Uferschilf entzieht sich der Vogel den Blicken der Verfolger, in das Gewirr der flutenden Wasserpflanzen flüchtet die erschreckte Fischbrut, und selbst unter den Säugern gibt es nicht wenige, die, wie die Fledermäuse, die Marder, die Wildkatzen, bei den Pflanzen Zuflucht suchen, indem sie die Höhlungen der Bäume zum Aufenthalt wählen.

Wo die von der Natur gebotenen Verstecke trotz alledem nicht ausreichen, suchen die Tiere durch mancherlei Kunstfertigkeiten nachzuhelfen. Namentlich den noch nicht vollentwickelten Insekten, den Larven, ist in dem Material ihrer Spinndrüsen ein vorzüglicher Stoff geboten, sich selbständig Schlupfwinkel zu schaffen. Von den gesellig lebenden Raupen, den Ringelspinnern, Goldaftern, Gespinstmotten usw. wurde bereits früher hervorgehoben, daß sie zum Teil sehr dichte und starke Gespinste verfertigen, in die sie sich nachts oder bei schlechter Witterung in Scharen zurückziehen; auch von den Kieferblattwespen läßt sich Ähnliches berichten. In zusammengerollten und durch Fäden zusammengehaltenen Blättern hausen die Raupen vieler Wickler,

während die Frostspannerraupen in ähnlicher Weise durch Gespinstfäden das Aufbrechen der ihnen zum Wohnsitz dienenden Knospen verhindern. Die Hauptanwendung aber findet diese Gespinstkunst bei zahllosen Schmetterlingen und Blattwespen für die Zeit der Puppenruhe, d. h. desjenigen Lebensabschnittes, in dem das Insekt in vollkommenster Hilflosigkeit und Bewegungsunfähigkeit einen tiefgreifenden Umwandlungsprozeß zum geflügelten Insekt durchzumachen hat. Es liegt auf der Hand, daß die unermüdliche Tätigkeit des „Seidenwurmes", der, gleich den Raupen anderer „Spinner", in mehrtägiger, anstrengender Arbeit sich einen fast 4000 m langen Seidenfaden aus seinen Spinndrüsen haspelt, um dem ihn umhüllenden Kokon die nötige Dichte und Widerstandsfähigkeit zu geben, im Hinblick auf die dann folgende Periode der Hilflosigkeit einen sehr realen Hintergrund hat, indem es sich dabei um Tod oder Leben handelt; und wir verstehen es auch, wenn diese Kokons an möglichst versteckten Orten untergebracht, ja oft genug noch durch allerlei fremde Zutaten, wie namentlich Erde, Fraßspäne, Kot, Haare usw., der Umgebung tunlichst ähnlich gemacht werden. Außer den Insekten wenden dann namentlich noch die Spinnen ihre schöne Kunst, abgesehen von den Fangnetzen, zur Herstellung von Wohnungen an, sei es, daß sie dieselben aus reinem Spinnstoff, oder mit Zuhilfenahme aneinander gehefteter Blätter usw. zur Ausführung bringen. Viele bauen auch unterirdische Röhren und tapezieren sie mit dichtem Gewebe aus, ja fabrizieren wohl noch dazu, wie die Tapezierspinnen (Cteniza), einen kunstvollen, außen mit Erde verkleideten Klappdeckel, den sie von innen her vermöge eigens angebrachter Handgriffe mit ihren Klauen zuhalten, wenn man ihn zu öffnen versucht. Daß auch die Kunstbauten der gesellig lebenden Insekten mit ihrem so verschiedenartigen Baumaterial von Erde, Moos, Reisern, Pappe, Wachs usw. nicht allein der Brutpflege, sondern zugleich auch dem Schutze der Erwachsenen dienen, soll hier nur der Vollständigkeit halber noch besonders bemerkt werden, wie denn auch die Nester der höheren Tiere, wenigstens diejenigen der Säuger, vielfach als Zufluchtsstätten benutzt werden. Unter den Vögeln ist ein solcher Brauch nur bei wenigen, wie z. B. beim Zaunkönige, beobachtet.

In den bisher besprochenen Fällen handelte es sich um Verstecke, in welche das Tier sich zurückzieht, wenn es der

Ruhe pflegen will oder sonstwie Grund hat, die Verborgenheit aufzusuchen. Für das eigentliche Tagewerk aber, den Erwerb der Nahrung, den Verkehr der Geschlechter, die Eiablage und Brutpflege ist bei zahlreichen Tierarten, sofern es sich nicht um wasserbewohnende, der Pflanze gleich festgewachsene Detritusfresser, wie die durch Kalk-, Chitin- oder Sandhülsen geschützten Röhrenwürmer, handelt, ein Heraustreten aus der Verborgenheit unerläßlich, und in solchen Momenten gewährt auch der beste, aber vielleicht in unerreichbarer Ferne befindliche Schlupfwinkel keinen Nutzen. Zwar wissen viele an Blättern lebende Tiere in verhältnismäßig glücklicher Weise sich dadurch zu helfen, daß sie sich bei nahender Gefahr vom Blatt in das darunter befindliche Gestrüpp und Gras fallen lassen, wo sie dann oft genug den Späheraugen entgehen; ein idealeres Schutzmittel aber haben wir zweifellos darin zu erblicken, wenn das Tier es versteht, auch während seiner normalen Tätigkeit die Zufluchtsstätte stets bei sich zu haben, mit anderen Worten, wenn es ein transportables Schutzgehäuse mit sich zu führen vermag. Am leichtesten durchzuführen ist diese Methode der Sicherung im Wasser, wo das Gewicht des Schutzapparates durch den Auftrieb des Wassers ausgeschaltet wird. An unseren Meeresküsten leben in großer Menge die Einsiedlerkrebse. In leere Schneckengehäuse haben sie ihren weichen, ungeschützten Hinterleib hineingezwängt, der infolge dieser Gewohnheit sogar die Spiraldrehung der Schneckenwindung angenommen. Unter dem Schutze dieser massiven Hinterleibsdeckung vollbringen sie ihr Tagewerk, bei jeder Beunruhigung sich blitzschnell in das Innere zurückziehend und die Mündung nun mit den Scheeren verschließend, deren größere nicht selten in wunderbarer Weise den Dimensionen dieser Mündung angepaßt ist. Wird die Wohnung zu eng, so wird eine andere, größere gesucht und in gleicher Weise in Gebrauch genommen. Etwas einfacher ist die Methode mancher Krabben (Hypoconcha, Conchoecoetes), die ihren Körper mit einer leeren Muschelschale bedecken. Im süßen Wasser finden wir das Heer der Köcherfliegenlarven, deren selbstgefertigte Gehäuse eine wunderbare Mannigfaltigkeit zeigen, von den zierlichen, oft maltubenartigen und ganz aus Gespinst bestehenden der Hydropsychiden bis zu den aus Schilfrohr, Wasserlinsen, aus Zweigen, Steinen und Schneckengehäusen zusammengeleimten der Limnophiliden und anderer Gruppen.

Auf dem Lande sind es namentlich manche Insektenlarven, denen der unvergleichliche Spinnstoff ein vorzügliches Mittel zum Bau eines Schutzgehäuses an die Hand gibt. Aus den zernagten Fasern des Tuches, von dem sie sich nähren, fertigen unsere Kleider- und Tapeziermotten ihre schützende Hülle, aus winzigen Zweig- und Halmstücken, aber auch wohl aus langen, starrenden Dornen, die Sackträger oder Psychiden, deren flügellose Weibchen auch im erwachsenen Zustande diese Burg nicht verlassen. Mit dem Saugrüssel fest verankert und von starrem Wachsschilde überdeckt, treibt die Mehrzahl der Schildläuse an Zweig und Blatt unserer Kulturpflanzen ungestört ihr ruchloses Handwerk.

Ist in den genannten Fällen mit dem Versteck zugleich — in Anbetracht der Festigkeit des Gehäuses — auch ein mechanischer Schutz gegeben, so müssen sich andere mit einem lediglich die Gestalt verbergenden Schirm begnügen. Mit langen zarten Wachsfäden sind schon manche unserer heimischen Blattflöhe (Psylliden) und Blattläuse überkleidet, wie man besonders schön an den Woll- und Blutläusen unserer Gartenbäume, den Orthezien unserer Brennessel beobachten kann; ja vom Blattlauslöwen (Larve von Chrysopa) und den Larven gewisser Sonnenkäferchen (Scymnus) wird berichtet, daß sie, gleich dem Münchhausenschen Wolf, sich derart in dieses Gewirr der Wachsfäden hineinarbeiten, daß sie schließlich selbst mit Wachswolle bekleidet einherstolzieren. Noch mächtiger entwickelt zeigen sich diese Wachsschutzdecken bei manchen tropischen Zikaden (Phenax, Lystra, Pterodictya usw.), deren eine (Flata limbata) deshalb sogar von den Chinesen zur Wachsgewinnung eingesammelt wird. Durch Schmutz und Staub unkenntlich sind die Larven der Schreitwanzen (Reduvius), die Trogulus-Arten u. a. In einer Hülle des eigenen, speichelartigen Kotes birgt sich die Schaumzikade (Aphrophora spumaria), und die brandroten Larven der Lilienkäfer (Lema merdigera) haben die Gewohnheit, sich oberwärts völlig mit ihrem schwarzgrünen, spinatartigen Kot zuzudecken. In gewisser Hinsicht ist solchen Maskierungen die noch später näher zu besprechende Gepflogenheit vieler Taschenkrebse an die Seite zu stellen, sich mit allerlei Meeresgetier und Tangen bewachsen zu lassen, ebenso die neuerdings beschriebene Mode einer ostindischen Spannerraupe, die sich Reihen von Blütenknospen einer Spiraea mit Hilfe von Gespinstfäden an ihren langen Rückendornen befestigt.

Mögen die mancherlei Schutzgehäuse, die wir bisher kennen gelernt haben, im großen und ganzen auch ihren Zweck erfüllen, so bleiben sie doch immerhin eine arge Behinderung in der Freiheit der Bewegung. Besser ohne Zweifel ist derjenige daran, dem es gelingt, auch ohne einen solchen schwerfälligen Verhüllungsapparat sich möglichst unauffällig durchs Leben zu schlagen in einem Gewande, das sich zwanglos der Umgebung anpaßt und den Feind gar nicht ahnen läßt, was für eine fette Beute ihm sozusagen vor der Nase sitzt. Am ausgiebigsten ist dieses Mittel der sog. Schutzfärbung bei Meerestieren zur Entwickelung gelangt, und zwar in erster Linie dadurch, daß ihr gesamter Körper mehr oder weniger die glashelle Durchsichtigkeit des Wassers angenommen hat und so in demselben oft völlig unsichtbar wird. Die Noktiluken und viele winzige Larvenformen, zahlreiche Quallen, Röhrenquallen, Rippenquallen (Cydippe, Cestum), Salpen, Feuerwalzen, Würmer (Sagitta, Alciopiden), Krebse (Palaemon, Crangon), ja selbst Fische (die Larven der Aale, Leptocephalus) besitzen hierdurch einen vorzüglichen Schutz, wie er in dem an Schlupfwinkeln armen Meere gewiß vonnöten ist. Ein weiteres Schutzmittel, das namentlich bei den Fischen weit verbreitet ist, besteht darin, daß Bauch und Flanken des Tieres oft silberglänzend sind, entsprechend den mannigfachen glitzernden Reflexen der wellenbewegten Meeresoberfläche, während der Rücken die blauen und grünlichen Farbentöne der von oben betrachteten Meeresfläche besitzt. Aber auch auf dem Lande ist eine Anpassung an die Farbe der Umgebung ungemein weit verbreitet. Eine große Zahl der bei uns auf Gras und Büschen lebenden Insekten und Spinnen trägt, gleich den Baumschlangen, den Baumagamen, Baumfröschen und vielen Vögeln der Tropen, ein den Blättern entsprechendes grünes Gewand, so viele Raupen, Käfer, Wanzen, Florfliegen, Grashüpfer usw., während die Bewohner des Erdbodens und der Rinde meist graue oder braune, oft durch sehr eigenartige, den Spezialverhältnissen angepaßte Zeichnungsmuster (Tiger, Zebra, Schlangen usw.) modifizierte und zwecks Minderung der Schattenwirkung nach unten meist in weiß übergehende Farbentöne aufweisen. Selbst die Tautropfen auf den Blättern werden von manchen Schildkäfern und Perlmutterfaltern (Unterseite der Flügel) vorgetäuscht. Von vielen Bewohnern der Wüste, den Wüstenechsen, Wüstenlerchen,

Wüstenhühnern, den Springmäusen, Corsaks, Schakalen und anderen wissen wir, daß sie sich in das fahle Gelb des Wüstensandes kleiden, wohingegen der Eisbär, der Eisfuchs, das Schneehuhn die weiße Farbe der nordischen Schneelandschaft angenommen haben.

Sehr merkwürdig ist es dabei, daß viele von diesen Schneetieren, wie der Eisfuchs, das Hermelin, das Wiesel, der Alpenhase, das Schneehuhn, ihr weißes Kleid nur den Winter über tragen, resp. bald nach Eintritt des ersten Schneefalles anlegen, den Sommer über im braunen oder erdfarbenen Gewande umherlaufen, gewiß ein sprechender Beweis dafür, daß diese in ihrer Entstehung noch unerklärte Erscheinung auf Naturzüchtung infolge des durch die Farbenänderung gewährten größeren Schutzes zurückzuführen ist.

Natürlich ist ein solcher einmaliger Farbenwechsel weit entfernt, allen Anforderungen zu genügen. Kann es doch dem Wiesel im schneefreien oder schneearmen Winter passieren, daß sein weißes Winterkleid nur gerade erst recht mit der Umgebung in Kontrast gerät. Es ist daher als eine Vervollkommnung in der eingeschlagenen Richtung anzusehen, wenn andere Tiere es fertig bringen, je nach der Umgebung und ohne besondere Willenshandlung, automatisch ihre Farbe zu wechseln, wie dies seit langem vom Chamäleon bekannt und gepriesen ist. Die neuere Forschung hat nun gelehrt, daß diese Fähigkeit bei niederen Wirbeltieren, von den Fischen aufwärts bis zu den Reptilien, eine sehr allgemeine ist, und daß auch bei Wirbellosen — es sei hier nur an die von Gamble und Keeble im Jahre 1900 genauer untersuchte Garneele Hippolyte varians erinnert — Beispiele hierfür nicht selten sind. Bei den Fischen und Amphibien ist diese Umwandlung der äußeren Färbung, die bekanntlich auf der Kontraktion oder Ausbreitung verschiedenfarbiger, in der Unterhaut lagernder Pigmentzellen beruht, in der Regel allerdings keine momentane und daher ohne weiteres augenfällige, sondern sie pflegt allmählich, oft erst nach Stunden oder gar Tagen, einzutreten, führt aber dann nicht selten zu einer geradezu staunenswerten Anpassung an die Farben der Umgebung, wie dies ja besonders bei den auf dem Meeressande ruhenden Schollen, aber auch schon bei unseren Laubfröschen, Grasfröschen usw. zu beobachten ist. Das vollendetste Beispiel eines blitzschnellen Farbenwechsels bieten uns die Tintenfische,

die daneben noch ein unfehlbares Mittel besitzen, die Verfolgung des Feindes unmöglich zu machen, welches darin besteht, daß sie den schwarzen Saft einer Drüse, des sogenannten Tintenbeutels, aus ihrem trichterförmigen Fuße herausschleudern und dadurch das Wasser im weiten Umkreis in eine dunkle Wolke verwandeln. Wer je, etwa in der Zoologischen Station zu Neapel, das Funktionieren dieses Verschleierungsapparates gesehen und dann erst nach langem Suchen das Tier selbst in völlig veränderter Gestalt und Färbung im entferntesten Winkel seines Bassins wieder entdeckt hat, wird darin beistimmen, daß eine gleiche Vollkommenheit der Schutzmittel wohl kaum bei irgendeiner anderen Tiergruppe zu finden ist. Nur das Aufwühlen einer Sandwolke bei manchen Krabben läßt sich dem Ausspritzen des Tintensaftes allenfalls an die Seite stellen.

Wie sehr auch die Anpassung der Körperfärbung an die Farben der Umgebung das Auge der Feinde zu täuschen vermag, so ist doch die höchstmögliche Ausbildung dieser Schutzmethode erst erreicht, wenn neben der Farbe nun auch die Form des Körpers den Gegenständen des Aufenthaltsortes angepaßt ist, und zwar natürlich in erster Linie solchen, die für den auf Fleischnahrung ausgehenden Räuber weiter kein Interesse bieten. Schon die heimische Fauna liefert in ihrer Insektenwelt eine ganze Reihe von Beispielen, in denen dieses Postulat in überraschender Weise verwirklicht ist, von den mancherlei Spannerraupen, die in ihrer steifen, gestreckten Haltung grünen Blattstielen oder dürren Zweigen zum Verwechseln ähnlich sehen, der Kupferglucke, dem Nagelfleck, der dem dürren, vom Winde hin und her bewegten Blatte der Buche gleicht, den Anthonomus, Cleonus und sonstigen Nachahmern der Flechten, bis zu den wunderbaren Cucullia-Raupen, die in geradezu raffinierter Weise eine ganze Blütenähre des Feldbeifußes vortäuschen. Noch auffallendere Beispiele sind aus den Tropen bekannt geworden, wo ohne Frage der Kampf um die Existenz noch weit heftiger tobt, wie in unseren gemäßigten Breiten. Berühmt sind unter den Heuschrecken das wandelnde Blatt, die Stabheuschrecken, die verrotteten und zerfressenen Blättern gleichenden Pseudophylliden (Tanusia, Pterochroza) und Mecopodiden (Acridoxena), die Gongylus, Deroplatys u. a., sodann unter den Schmetterlingen die prächtigen Callima-Arten, die zusammengeklappt auf das täuschendste einem gestielten verdorrten

Blatte mit deutlicher Nervatur und allerlei Rostflecken gleichen, die madagassischen Rüsselkäfer (Lithinus Hildebrandti usw.), die von ihrer Flechtenunterlage auf der Baumrinde absolut nicht zu unterscheiden sind, die den Akazienstacheln gleichenden Buckelzirpen (Umbonia) und viele andere. Manche Schildläuse (Pulvinaria), aber auch Käfer, Raupen usw., haben völlig das Aussehen von Vogeldung, der zufällig auf die Blätter gefallen, und dasselbe wird von einer sumatranischen Spinne, der Phrynarachne decipiens, berichtet. Im Meere kennen wir vor allem die Seenadeln als vorzügliche Nachahmer des Seegrases, während der Fetzenfisch (Phyllopteryx eques) und zahlreiche Nacktschnecken (Dendronotus) den verschiedenen Formen der Tanggewächse (und Schwämme) sich anpassen. In allen diesen Fällen ist das offenbare Endziel — teleologisch gesprochen — dieser Naturzüchtung, das Tier in seiner Umgebung möglichst verschwinden zu machen, in geradezu staunenswerter Weise erreicht worden.

β) Einwirkung auf die Sinnesorgane des Feindes.

Indes, man darf nicht vergessen, daß auch der Angreifer in diesem ewigen Kampfe zwischen Beute und Raubtier gezwungen wurde, durch stete Steigerung seines Spürsinnes die Künste seiner Opfer gewissermaßen zu paralysieren, und daß er daher in zahllosen Fällen trotz alledem befähigt wird, die Beute selbst in ihrer Schutzfärbung oder in ihren verborgensten Verstecken ausfindig zu machen. Es kann uns daher nicht wundernehmen, daß neben den bisher besprochenen Einrichtungen, die alle ein Verborgenbleiben vor dem Feinde zum Zielpunkte haben, nun noch eine Parallelreihe von Mitteln zur Ausbildung gelangt ist, die, darüber hinaus, bezwecken, auch nach erfolgter Entdeckung durch den Feind noch vor ihm sicher zu sein. Es ist selbstverständlich, daß hierbei in erster Linie eine in dieser Richtung erfolgreiche Einwirkung auf dessen Sinnesorgane in Frage kommen mußte, und so sehen wir denn, wie je nach dem Wege, den die Naturzüchtung eingeschlagen, bald dieser, bald jener Sinn des Feindes in einer Weise beeinflußt wird, die ihm die Lust zum Raube verleiden soll.

Das naturgemäßeste und sich gewissermaßen von selbst aufdrängende Mittel gegen das Gefressenwerden ist ein schlechter oder

widerlicher Geschmack, häufig genug verbunden mit dem Ausströmen unangenehmer Düfte, da Geruch und Geschmack ja bei allen Tieren in enger Beziehung stehen. Die Zahl der Tierformen, die auf diese Weise den Räubern sozusagen den Appetit verleiden, ist eine recht beträchtliche, und selbst Giftstoffe kommen hierbei zur Verwendung. Unter den Insekten sind es in erster Linie die wanzenartigen Tiere, die durch abscheulichen Geruch und auch wohl Geschmack abschrecken, wie ja auch wir uns mit Ekel von den Bettwanzen oder Beerenwanzen abwenden; von Schmetterlingen sind u. a. die Zygänen, Danaiden, Heliconiden und Acräiden als vor mancherlei Nachstellungen gesichert bekannt; auch die Schaben haben meist einen üblen Geruch. Heuschrecken, Aaskäfer (Silpha, Necrophorus) und Laufkäfer lassen bei Gefahr ihren stinkenden Magensaft zwischen den Kiefern hervortreten, Totenkäfer (Blaps), Raubkäfer und manche Schnellkäfer (Lacon) entleeren ein ähnliches Sekret aus besonderen Analdrüsen, während bei den Marienkäferchen (Coccinella), Pimelien und Maiwürmern sogar Tröpfchen ihres giftigen Blutes aus den Gelenken zutage treten. Unter den Tausendfüßern finden sich besonders bei den Juliden Stinkdrüsen ganz allgemein verbreitet, wobei zum Teil sogar freie Blausäure entwickelt wird. Zahlreiche Fische aus den Gruppen der Haftkiefer (Ostracion, Balistes, Diodon, Tetrodon), aber auch der Schlundblasenfische (Engraulis japonica, Harengula humeralis und namentlich Meletta theissa und venenosa), der Serraniden, Spariden usw., sind wegen ihres giftigen Fleisches verrufen. Von Amphibien sind hier die Kröten und Salamander zu nennen mit ihrer drüsenbesetzten, einen milchigen, beißenden Saft absondernden Körperoberfläche, von Säugetieren die Spitzmäuse, der Iltis, die Stinkdachse, Stinktiere usw.

Man könnte einwenden, daß das Schlechtschmecken an sich dem einzelnen, vom Räuber ergriffenen Individuum wohl nur wenig helfen dürfte, da der Mißgriff erst bemerkt werden werde, wenn die Beute eben schon überwältigt und „angebissen" sei. Demgegenüber ist darauf hinzuweisen, daß es sich nicht sowohl um einen Schutz des *Individuums* als um den der *Art* handelt, der aber zweifellos dadurch gegeben ist, daß die Raubtiere ein *Gedächtnis* haben und nach einigen gemachten schlechten Erfahrungen die ihnen als notorisch schlecht schmeckend

bekannten Tiere unbehelligt lassen, wenn sich nicht gar im Laufe der Naturzüchtung ein instinktiver Widerwille gegen diese Formen herausbildet.

Eng verbunden mit diesen, Geruch und Geschmack des Raubtieres meist gleichzeitig affizierenden Einrichtungen sind die Fälle, in denen daneben noch eine Einwirkung auf das Gefühl und somit eine gesteigerte „Ekelwirkung" erzielt wird. In diese Kategorie gehört es augenscheinlich, wenn unsere einheimischen Kröten und Frösche erschreckt ihren Urin von sich geben, wenn die amerikanische Krötenechse (Phrynosoma) dem Angreifer ihr Augenblut entgegenspritzt, wenn die Kamele, die Lamas dem Feinde eine derbe Ladung zähen Speichels ins Gesicht spucken, oder wenn die Jungen der Sturmvögel, Albatrosse und anderer Schwimmvögel eine volle Portion ihres übelriechenden Kropfinhaltes über den Unvorsichtigen ergießen, der ihnen zu nahe kommt. Ohne Frage wird durch derartige Mittel der Feind oft genug von seinem Angriff zurückgeschreckt, und zwar in ganz ähnlicher Weise, wie etwa der Blattlauslöwe, wenn ihm die attackierte Blattlaus mit dem schmierigen Safte ihrer Pechröhren ins Gesicht fährt. — Schließlich dürfte auch die reichliche Schleimabsonderung der Schnecken, Schleimfische (Myxine), wie des seltsamen, zwischen Gliederfüßern und Würmern vermittelnden Peripatus (klebrige Mundfäden) als Mittel zur Appetitsverminderung der Raubtiere Erwähnung verdienen.

Bei der Einwirkung auf die höheren Sinnesorgane, Gehör und Gesicht, sucht das Beutetier in der Regel durch Stimme, Haltung und Gebärde den Feind einzuschüchtern und zurückzuschrecken. Das Knurren des Hundes, das Fauchen der Katze, das Kollern des Puters, das Kreischen der Papageien, das Zischen der Gans und des in seiner Baumhöhle beunruhigten Wendehals sind solche auf den Gehörssinn berechnete Schreckmittel, die dann meist von entsprechender feindlicher Körperhaltung, dem Entblößen der Zähne (Hund), der Sprungstellung (Katze), dem Vorstrecken des Kopfes (Gans), dem Öffnen des Rachens (Wendehals), dem Sträuben des Gefieders (viele Vögel, wie Eulen, Papageien, Hähne) und der Haare, ja mit dem Aufrichten und Aufblähen eigentümlicher Hautlappen (Puter) oder des ganzen Körpers (Kröten, Chamäleons) verbunden sind. Da es sich hierbei um Affektwirkungen handelt, so verstehen wir, daß dieselben vornehmlich bei höheren Tieren mit

ausgeprägterem Geistes- und Gefühlsleben zur Entwickelung kamen, doch kennt man auch bei niederen Tieren einige Fälle, wo solche Schreckstellungen und Einschüchterungsmittel sich finden, vermutlich nicht gegen andere niedere Tiere, sondern wohl gegen Vögel, die ihnen nachstellen. Hierher gehört z. B. das Hin- und Herschlagen vieler Raupen mit ihrem Vorderkörper, die Schreckstellung der Blattwespenraupen mit dem drohend gekrümmten Hinterleib, die zugleich auch einen widerlichen Geruch ausströmende Nackengabel der Schwalbenschwanzraupen, die roten, ebenfalls ausstülpbaren Schwanzfäden der Gabelschwanzraupen, das Aufrichten des Vorder- und Hinterleibes bei der Raupe des Buchenspinners (Stauropus fagi), der Hinterleibsspitze bei den Raubkäfern und Ohrwürmern.

In manchen Fällen ist es bei der Einwirkung auf die Sinnesorgane des Feindes nicht sowohl auf ein Erschrecken als auf eine Warnung abgesehen. Das Tier, das die furchtbare Waffe der Klapperschlange kennt, wird sich scheu zurückziehen, sobald es das Rasseln ihrer Klapper hört, auch wenn es sonst vielleicht wehrhaft genug ist; die Stirnhörner mancher Chamäleons, die großen Ocellenflecke der Weinschwärmer (Deilephila) und gewisser brasilianischer Falter (Caligo atreus) machen einen „unheimlichen" Eindruck, während der lebhaft safrangelb gefleckte Salamander sich den Feinden ganz besonders einprägen zu wollen scheint als derjenige, den man seiner Unbekömmlichkeit wegen vermeiden muß. Auch bei anderen Gift- und Stinktieren — ich erinnere an die widerlich riechenden Schmetterlinge, das Rot der Korallennattern — sind diese sog. Warn- und Widrigkeitsfarben verbreitet. Wenn die heimische Unke bei Verfolgung sich auf den Rücken wirft und nun ihre feuerfarbene Bauchseite zeigt, so dürfte dies wohl als eine Kombination von Schreckstellung und Warnfarbe zu deuten sein.

Auch andere Kombinationen von abschreckenden Sinneseindrücken, als die früher genannten, treten zuweilen in die Erscheinung. Am interessantesten in dieser Hinsicht sind wohl die drolligen Bombardierkäfer (Brachinus), die aus besonderen Analdrüsen dem Angreifer ein wahres Pelotonfeuer entgegenschleudern, indem sie ein an der Luft mit hörbarem Knall explodierendes, übelriechendes Gas in kurzen Intervallen ausstoßen. Man weiß bei dieser seltsamen Schießerei wirklich nicht, ob es hier mehr auf den Geruchssinn, oder aber auf Gehör und Gesicht des Feindes abgesehen ist.

Mimicry.[1]) Eine mit der Ausbildung der Warnfarben und der Schreckstellungen nahe verwandte Methode, den Gegner fernzuhalten, besteht in der oft äußerst getreuen Nachahmung solcher Tierarten, die aus irgendeinem Grunde vom Räuber in Frieden gelassen werden, sei es, daß ihnen deren Geschmack nicht behagt, sei es, daß dieselben wegen des Besitzes ihrer Waffen, über die noch später zu sprechen, gemieden werden. Seit Bates bezeichnet man diese weit verbreitete Art des Schutzes als Mimicry. Während, um einige Beispiele anzuführen, die Heliconiden, Euploeiden, Danaiden und Acraeiden unter den Schmetterlingen infolge ihres widerlichen Geruches von den Insekten fressenden Vögeln gemieden werden, entbehren die Nymphaliden, die Pieriden, Satyriden usw. dieses Schutzmittels; allein sie haben sich vielfach dadurch in eine ähnlich günstige Position gebracht, daß die einzelnen Arten in Form, Färbung und Manieren diejenigen Spezies der durch Duftdrüsen geschützten Familien kopieren, die in dem betreffenden Verbreitungsgebiete vorkommen. Sehr interessant ist hierbei, daß ein und dieselbe Art in verschiedenen Distrikten ihres Verbreitungsgebietes an verschiedene Spezies der geschützten Familie angepaßt sein kann, wie unter anderem das Beispiel von Papilio merope beweist, deren Weibchen in Natal die Danaiden-Species Amauris echeria, weiter im Süden aber teils Amauris niavius, teils Danais chrysippus nachahmen, während außerdem in Abessinien neben Mimicry-Weibchen auch solche vorkommen, die in Form und Färbung vollkommen die ursprüngliche Tracht, wie sie sonst nur das Männchen zeigt, beibehalten haben. Auch das Männchen ist übrigens oft in ähnlicher Weise, wenn auch meist nicht ebenso vollkommen, durch Mimicry geschützt, wie das Weibchen, ja man kennt sogar Fälle, wie z. B. den indischen Euripus haliterses, bei denen beide Geschlechter nicht der nämlichen, sondern zwei verschiedenen Spezies der geschützten Familie angepaßt sind. Die Anpassung selbst kann auf sehr verschiedene Weise, bei sonst völliger Persistenz der Familiencharaktere in Flügelgeäder, Raupe, Puppe usw., zustande kommen, wie denn z. B. die glasartige

1) Vgl. Beddard, Frank, E.: Animal coloration. London 1892. Bates, Ph.: The Naturalist on the River Amazonas. London 1863. Wallace, Alfr. R.: Darwinisme. London 1889. Jacobi, A.: Die Bedeutung der Farben im Tierreich. Gemeinverständl. darwinist. Vorträge und Abh. Brackwede 1905.

Durchsichtigkeit gewisser Heliconiden (Methona) auf Kleinheit der Schuppen beruht, während derselbe Effekt bei nachahmenden Formen teils durch Ausfall der Schuppen, teils durch völlige Pigmentlosigkeit der im übrigen normal entwickelten Schuppen erzielt wird.

Die zweite Form der Mimicry, die Nachahmung wehrhafter Formen, ist bei den Insekten nicht minder verbreitet. Selbst die einheimische Kerbtierwelt bietet hierfür Beispiele die Fülle. In erster Linie sind es die verschiedenen Familien der wehrlosen Fliegen, die Syrphiden, Musciden usw., die in Form und Färbung, in Stimme und Manieren vielfach den verschiedenen Gruppen der Bienen, Hummeln, Wespen, Grabwespen usw. so täuschend gleichen, daß sie vielfach ohne genauere Untersuchung von diesen nicht zu unterscheiden sind. Auch manche Schmetterlinge, wie der Hornissenschwärmer und andere Sesien, finden durch eine ähnliche Anpassung Schutz, und selbst unter den Käfern gibt es Formen, die den durch ihren Geruch geschützten Wanzen, den Bienen oder Wespen ähneln (Charis melipona; Clytus, Odontocera odyneroides), oder durch Farbe, Körperform, Flügelverkürzung usw. die Gestalt einer großen Schlupfwespe angenommen haben, wie der heimische Bockkäfer Necydalis major. Am vorteilhaftesten ist es augenscheinlich, die überall verbreiteten und wehrhaften Ameisen nachzuahmen. Gibt es doch nicht allein unter den Käfern (Ecitomorpha, Mimeciton), sondern auch unter den Wanzen (Myrmoplasta mira, Alloeonotus), Zikaden (Heteronotus), Heuschrecken (Myrmecophana) und Spinnen (Myrmecium, Castaneira, Copa, Carinomma u. a.) Formen genug, die sich diese Gruppe zum Vorbilde gewählt haben. Auch solche Fälle sind bekannt, in denen eine Form wegen der Härte und Unverletzlichkeit ihres Chitinpanzers Nachahmung gefunden, wie eine Grillenart von den Philippinen beweist, die trotz ihrer Weichheit von einem steinharten, grünmetallisch glänzenden Rüsselkäfer von ebendaher kaum zu unterscheiden ist. Wie es scheint, ist auch die vielfach hervortretende Ähnlichkeit zwischen ungiftigen Nattern und Giftnattern (Elapiden) sowohl in Amerika wie in Ostindien als Mimicry aufzufassen.

Eine letzte Art der Mimicry tritt endlich noch zuweilen bei solchen Tieren auf, die ein Interesse daran haben, von irgendeiner bestimmten anderen Tierart für ihresgleichen ge-

halten zu werden, um unter dem Schutze dieser Verkleidung unbehelligt allerlei Schandtaten an dieser Tierart ausführen zu können. Schon manche der obenerwähnten ameisenähnlichen Käfer (Lomechusa bei sehenden, Ecitomorpha, Mimeciton bei blinden Ameisen) gehören hierher, indem sie sich in den Nestern der Ameisen als arge Räuber der Larven und Puppen erweisen; des ferneren sind zu nennen die Volucellen, die sog. Kuckucksbienen und die Schmarotzerhummeln, die im Vertrauen auf ihre Gestalt in die Wohnungen der Erdbienen resp. Hummeln eindringen und dort ihre Eier ablegen.

Sichtotstellen. Auf die Tatsache, daß viele Raubtiere nur an lebender Beute Geschmack finden, ist wohl das Schutzmittel des Sichtotstellens zurückzuführen, das besonders bei vielen Insekten (Anobium, Dermestes, Anthrenus, Byrrhus, Coccinella, Silpha, Ameisen), aber auch bei Spinnen und selbst beim Opossum unter den Säugetieren beobachtet wird.

γ) Panzer und Waffen für den Kampf.

Das äußerste Mittel, wenn alle Versteckkünste, alle Abschreckungs- und Verkleidungsmethoden nichts helfen wollen, also gewissermaßen der letzte Akt des Dramas, ist der Kampf resp., wo Waffen fehlen oder nicht ausreichen, die durch feste Panzerung herbeigeführte Widerstandsfähigkeit gegen den feindlichen Angriff. Ungemein verbreitet durch die gesamte Tierreihe, von den Urtieren bis herauf zu den Säugetieren, ist die Einrichtung, durch starre Skelettbildungen die äußere Körperwandung nach Möglichkeit unverwundbar zu machen. Die Foraminiferen, die Radiolarien des Meeres umgeben sich mit festen Kalk- oder Kieselgehäusen, und die Mehrzahl der Korallenpolypen, der Hydroiden, Moostierchen usw. zieht sich bei den geringsten Insulten in die feste Burg ihrer Kalk- oder Chitinkelche zurück. Feste, meist ungegliederte oder wenig gegliederte Kalkgehäuse umschließen auch den Körper der Stachelhänter und der Mollusken, und nicht minder schwerfällig sind die starren Knochenpanzer, welche manche Fische („Kofferfische") und vor allem die Schildkröten als Rüstung tragen. Ungleich vorteilhafter, weil reich gegliedert und daher freie Beweglichkeit gestattend, sind die aus reinem Chitin oder aus mit Kalksalzen imprägniertem Chitin bestehenden Körperdecken der Gliedertiere, die trotzdem namentlich bei Käfern und Krebsen eine außer-

ordentliche Widerstandsfähigkeit besitzen können. Ähnliche Gliederung zeigt auch die Kopf- und Rückendecke der Gürteltiere, während die Schuppenbekleidung der Fische und Reptilien, die schon bei den Polynoiden unter den Meereswürmern vorkommt, bei den Schuppentieren wiederkehrt und wohl als Vorbild der Schuppenpanzer des Mittelalters gedient hat. In nicht seltenen Fällen sind die äußeren Hartbildungen des Körpers noch mit allerlei Spitzen und Stacheln besetzt, wie bei den Seeigeln, den noch dazu sich aufblähenden Igelfischen usw., um dem angreifenden Feinde das Maul zu verwunden, oder ein solcher starrender Besatz von Dornen (Dornenraupen), Borsten (Seeraupe), mechanisch reizenden Haaren (Bärenraupen, Prozessionsspinner, Amphinomiden), Stacheln allein, ohne darunter liegende festere Skelettschicht, dient dem gleichen Zweck, wobei dann die Stacheln oft (beim Igel, Ameisenigel und den Stachelschweinen) durch eine ausgiebige Muskulatur aufgerichtet, resp. nach der Stelle des Angriffs besonders konzentriert werden können. Bei den Stachelflossern unter den Fischen sind die stärksten, dornartigen Strahlen nicht selten durch Sperrgelenke feststellbar und bilden so einen wirksamen Schutz gegen das Übergeschlucktwerden von seiten der Großen, und dem Rippenmolche (Pleurodeles) der Mittelmeerländer scheinen sogar seine spitzen, seitlich aus dem Körper hervortretenden Rippen als ähnliches Schutzmittel zu dienen. — Wo Panzerung und Stachelentwickelung gewisse Teile des Körpers, also namentlich die Bauchseite und Beine oder gar den Kopf, unbeschützt lassen, da bildet sich die Fähigkeit des Zusammenkugelns aus, die schon bei den Gliedertieren verbreitet ist (Armadillinen unter den Krebsen; Juliden, Glomeriden unter den Tausendfüßen; Chrysididen unter den Insekten), aber auch von manchen Mollusken (Käferschnecken) und Säugetieren (Gürteltiere, Igel) geübt wird.

Die Beispiele von Stachelbildungen bei Seeigeln, Igeln und Stachelschweinen zeigen bereits, daß ein ursprünglich dem Schutze bestimmtes Organ auch zur Waffe dienen kann, namentlich, wenn, wie beim Igel, durch Zucken des Körpers diesen Stacheln noch eine gewisse Stoßbewegung gegeben wird. Aber auch sonst ist es verständlich, daß selbst das im übrigen friedfertigste Tier, das ausschließlich von Pflanzenstoffen oder Detritus lebt, sich nicht willenlos hinmorden läßt, sondern sich wehrt, soviel eben in seinen Kräften steht, und daher auch wirkliche Verteidigungs-

waffen ausgebildet haben kann. Selbst die pflanzenfressenden Käfer und Heuschrecken, die Hirschschröter, Bockkäfer, Warzenbeißer usw., pflegen auch dem Menschen gegenüber von ihren starken Kiefern Gebrauch zu machen. Die Honig sammelnden Bienen und Hummeln besitzen, allerdings wohl noch aus der Zeit her, wo sie gleich den meisten ihrer Ordnungsgenossen Raubtiere waren — man leitet sie von den Grabwespen ab —, einen hervorstreckbaren, mit einer Giftblase in Verbindung stehenden Stachel, den sie vorzüglich zu handhaben wissen, sobald sie sich in Gefahr wähnen. Auch die Ameisen benutzen ihren Stachel oder, in Ermangelung dessen, ihr Gift wohl nur zur Verteidigung. Bei vielen größeren Heuschrecken beobachtet man dornenbesetzte Schienen der Hinterbeine, mit denen sie beim kräftigen Strecken des Sprunggelenks schmerzhafte Wunden schlagen, wie ich selbst einmal zu meinem Schaden an einem algerischen Pamphagus erlebte. Eine höchst interessante Bewaffnung ist seit kurzem bei gewissen Nacktschnecken des Meeres (Aeolis) nachgewiesen. Es handelt sich hierbei um Nesselkapseln, die ursprünglich gewissen, von den Schnecken gefressenen Hydroiden entstammen, dann aber durch Einwanderung aus den Darmverästelungen in die Haut des Weichtieres übergehen und nun ähnliche Dienste leisten, wie bei den Polypen, denen sie zu eigen waren. Als Wehrapparate der Fische sind vor allem die gefürchteten Gift-Flossenstachel des Petermännchens (Trachinus), der indischen Giftstachelfische (Synanceia), zahlreicher Seeskorpione (Cottus, Scorpaena) usw. zu nennen, sowie die lang peitschenförmigen, mit widerhakigen Stacheln besetzten der furchtbaren Stechrochen (Trygon). Auch die gewöhnlichen Rochen und die Haie teilen mit ihrem Schwanze gefährliche Schläge aus, und ebenso gibt es Eidechsen (z. B. Dornschwänze, Uromastix), die sich mit ihrem dornenbewehrten Schwanze kräftig zur Wehr setzen. Mit den Flügeln kämpfen die Schwäne und die einen mächtigen Sporn am Flügelbug tragenden Wehrvögel (Palamedea, Chauna), mit dem Sporn an den Beinen die Hähne, mit dem Schnabel die Kraniche, Störche und Reiher, und von den Straußen ist es bekannt, daß sie mit dem Tritt ihres Fußes einen Menschen töten können. Bei den Säugetieren sind es in erster Linie die Zähne, die auch dem harmlosen Pflanzenfresser, der Maus, dem Hamster, dem Eichhörnchen, als Waffe dienen, ja bei den Wildschweinen, dem Walroß, dem

Elefanten, dem Narwal sind dieselben sogar zu staunenswerter Entwickelung gelangt. Daneben spielen die Vorder- und Hinterbeine eine nicht unwichtige Rolle (Hasen, Känguruhs, Pferde). Ein mächtiger Hornfortsatz auf der Nase macht das Rhinozeros zum furchtbaren Gegner, mit der Spitze seines Geweihes sucht der gestellte Hirsch die angreifenden Hunde zu „forkeln", und selbst der großen Raubkatzen wissen die Wildstiere mit ihren Hörnern nicht selten Herr zu werden. Mit einem Schlage seines Schwanzes zertrümmert der Walfisch das verfolgende Boot. Sogar eine der modernsten Kräfte, die wir kennen, die Elektrizität, ist von manchen Fischen, wie Zitterrochen (Torpedo), Zitteraal (Gymnotus), Zitterwels (Malapterurus) usw., in den Dienst der Verteidigung gestellt, indem in eigenen, aus umgewandelter Muskelsubstanz in Verbindung mit Nervenfasern konstruierten Batterien die gewonnene Elektrizität zur Austeilung kräftiger Schläge benutzt wird.

Preisgabe von Gliedmaßen. Ein geradezu heroisches letztes Mittel, das Leben zu retten, liegt dann endlich wohl noch in der Opferung gewisser Teile des Körpers, die, sich leicht abtrennend und zum Teil auch regenerierend, dem Feinde als Beute überlassen werden. In dieses Kapitel gehören die leicht ablösbaren Scheren und Gangbeine der Krebse und Krabben, die Beine der Weberknechte und Heuschrecken, der Schwanz der Eidechsen und Geckonen, ja selbst die langen Flügelspitzen der Schwalbenschwänze und anderer Schmetterlinge. Eine Schnecke des Meeres (Harpa) schnürt das Ende des Fußes ab, um sich selbst ohne ernsteren Schaden in ihr Haus retten zu können, und ähnliches berichtet Semper von den Landschneckengattungen Helicarion und Stenopus.

b) Die Kampfmittel der Raubtiere.

Im allgemeinen kann man als zweifellos behaupten, daß die Waffen zur Verteidigung an Mannigfaltigkeit und Furchtbarkeit deutlich hinter denen zurückstehen, welche bei den Raubtieren zur Bewältigung der Beute entwickelt sind. Außer acht lassen darf man natürlich nicht hierbei, daß eine so scharfe Scheidung, wie sie hier der Klassifizierung halber gezogen wurde, zwischen Angriffs- und Verteidigungswaffen in Wirklichkeit nicht existiert, da ja auch viele raubende Tiere von stärkeren Räubern verfolgt werden und dann zur Abwehr derselben Waffe

bedürfen, die sie vielleicht noch kurz zuvor zur Bewältigung ihrer Beute gebraucht hatten.

α) Waffen.

Schon die einfachen Nahwaffen pflegen bei den Raubtieren durch Schärfe und stärkere Muskulatur zu viel größerer Leistungsfähigkeit entwickelt zu sein, als bei den Pflanzenfressern. Das Gebiß des Löwen oder Tigers besitzt eine weit stärkere Beißkraft, als das des Rindes oder Pferdes, die Krallen des Adlers oder der Katzenarten reißen ganz andere Wunden, als die eines Huhnes oder Känguruhs, und die furchtbaren Gebisse der Haifische und der südamerikanischen Piranhas, ja selbst des Hechtes, stehen im schroffen Gegensatze zu den wenigen, platten Schlundzähnen unserer friedlichen Karpfenarten. Über gewaltige Stoßwaffen verfügen der Schwertfisch und vor allem der furchtbare Sägefisch; wie mit ehernen Banden umstrickt die Riesenschlange ihre Beute; mit saugnapfbesetzten Armen zerreißt sie der Tintenfisch; und selbst die Zunge wird bei Specht und Chamäleon, bei Frosch und Kröte zur Angriffswaffe.

Ungemein verbreitet ist dann bei den raubenden Tieren die Produktion irgendeines Giftstoffes,[1]) um die Wirkung der Waffe zu erhöhen. Bereits in der morphologisch so tief stehenden Gruppe der Pflanzentiere oder Coelenteraten ist die Ausbildung der sog. Nesselkapseln eine ganz allgemeine, die selbst auf der Haut des Menschen ein oft kaum erträgliches Brennen verursachen. Unter den Gliedertieren sind es in erster Linie die Spinnen, welche den Biß ihrer Kiefer durch Hinzufügen von Gift wirksamer machen und dabei zuweilen so erfolgreich sind, daß sie auch dem Menschen gefährlich werden, wie die gefürchtete Malmignatte oder Karukurte Südeuropas (Latrodectes malmignatus), der Katipo Neuseelands (Latrodectes scelio), der Latrodectes formidabilis Chiles usw. Ähnlich ist es mit den großen Skolopendern der wärmeren Länder und gewissen Raubschnecken des Meeres (Conus), während die Skorpione einen besonderen und allgemein gefürchteten Giftstachel am Hinterende ihres langgestreckten, gelenkigen Schwanzes besitzen. Mücken, Bremsen, Flöhe, Wanzen und andere auf das Blutsaugen angewiesene Tiere sind mit stechheberartigen Mundwerkzeugen ausgerüstet,

---

1) Vgl. Linstow, O. v.: Die Gifttiere und ihre Wirkung auf den Menschen. Berlin 1894.

die aber gestatten, daß zugleich mit dem Einstechen auch ein Tröpfchen giftigen Speichels in die Wunde fließt, um die Entzündung und den Blutzufluß zu steigern. Mit haarscharfem, giftgefülltem Dolch am Ende des Hinterleibes töten oder lähmen die Wespen und Mordwespen ihre Beute. Unter den Wirbeltieren sind die aalartigen Muränen durch die Verbindung einer Giftdrüse mit dem Gebiß ausgezeichnet; vor allem aber haben die in allen Ländern verbreiteten Giftschlangen, sowie einige wenige Eidechsen (Heloderma), in ihrem mit Rinne oder Kanal versehenen, das Gift der umgewandelten Ohrspeicheldrüse in die Wunde leitenden Giftzahn eine furchtbare Waffe zur Verfügung.

Zu bemerken ist endlich noch, daß in einzelnen wenigen Fällen auch Fernwaffen in Gebrauch sind. Es gehören hierher die ostindischen Spritzfische (Chaetodon) und Schützenfische (Toxotes), welche die auf den Blättern der Wasserpflanzen sitzenden Insekten durch geschickt emporgeschleuderte Wassertropfen herabschießen, gewisse Webespinnen (Theridium triste), welche die auserkorene Beute mit Gespinstfäden bewerfen, sowie endlich die noch später zu besprechenden Ameisenlöwen, die ihre Opfer durch eine wohlgezielte Ladung Sand in ihre Gewalt bringen.

β) List.

Doch nicht die überlegenen Muskelkräfte, nicht die mannigfachen Waffen mit und ohne Zuhilfenahme von Gift sind es allein, welche den vom Raube lebenden Tieren den Erfolg sichern; oft genug ist es daneben die List, welche den Fang und die Überwältigung der Beute ermöglicht. Ohne ein Glied zu regen, nur vorwärts getrieben durch Wasserausstoßen aus dem Enddarm, schleicht sich die Libellenlarve (Aeshna) unmerklich in die Nähe ihres Opfers, um dasselbe dann mit bis dahin verborgenem und nun plötzlich vorgerecktem Zangenapparat zu packen. Im Geäst sitzen die dürrbeinigen, unschuldigem Stengelwerk gleichenden Bittacus (Netzflügler) lauernd und unbeweglich, um mit ihren langen Hinterbeinen alles zu erhaschen, was in ihre Nähe kommt, und ähnliche Jagd betreiben in Gras und Kraut die Gottesanbeterinnen (Mantis) mit ihren schrecklichen Fangklauen. Zusammengekauert auf dem Baumast hoch über dem Wechselpfad des Wildes lauert der Luchs, bis der Augenblick günstig, den Ahnungslosen in den Nacken zu springen, mit lautlosen Tritten beschleichen die Katzenarten, der Gepard, der

Fuchs, die Zibetkatzen ihre Beute. Bei Welsen, Grundeln und vielen anderen Fischen sehen wir lange „Barteln" um das Maul herumgestellt, welche gleich leckeren Würmern schlängelnd im Wasser spielen und die kleineren Räuber anlocken, die der große, der oft dabei mit seinem übrigen Körper tief im Schlamme vergraben ruht, für sich zu erhaschen wünscht. Noch raffinierter verfährt der durch seine abnorme Häßlichkeit ausgezeichnete Froschfisch (Lophius), der von den Fischern geradezu der Angler genannt wird. Auf zierlichen, der Kopfoberfläche eingepflanzten Knochenstäben trägt er kleine, appetitliche Fleischläppchen, die er auf ihrer Stange im Wasser spielen läßt, während er selbst im Schlamme völlig verborgen liegt. Mit einem jähen Schnappen seines fürchterlichen Maules findet dann der Liebhaber jener verlockenden Fleischläppchen ein ruhmloses Ende. Zahlreiche Fische und andere Tiere der Tiefsee tragen mannigfach angeordnete Leuchtorgane, die gleich den Fackeln beim Krebsfang, der Anlockung der Beutetiere zu dienen scheinen.[1])

Als Spezialität der Spinnen muß der Fang mit Hilfe von Netzen angesehen werden. Die Mannigfaltigkeit dieser kunstvollen Gewebe, mit deren Hilfe ein großer Teil der Spinnen lebende Insekten für ihren Lebensunterhalt fängt, ist eine sehr große, von dem unregelmäßigen Fadengewirre der Inaequitelen und den eckbrettartigen Gespinsten der Winkelspinnen (Tegenaria) bis herauf zu den bewundernswerten Radnetzen der Kreuzspinnen. Der eigentliche Fangapparat besteht bei allen diesen Netzen aus zahlreichen mit klebrigen Knötchen dichtbesetzten Fangfäden, an denen die anfliegenden Insekten fest sitzen bleiben, während andere, trockene Fäden, wie sie beim Kreuzspinnennetz z. B. die Mitte und die Radien bilden, zum Laufen der Spinne dienen. Zu große Insekten werden durch Zerreißen der Fäden von der Spinne meist selbst befreit, nicht genügend festgeleimte möglichst schnell durch neue Fäden umwickelt oder, wenn nicht zu wehrhaft, durch Bisse getötet.

Erkennen wir im Angeln und Netzespannen gewissermaßen die Vorbilder menschlicher Fangkünste bei der Erwerbung unseres Bedarfs an animalischen Nahrungsstoffen, so gilt dasselbe auch noch für eine dritte Methode, die in der Anlegung von Fallgruben besteht. Abgesehen von den Larven der Sandlaufkäfer

1) Vgl. de Kerville, H. G.: Die leuchtenden Tiere und Pflanzen. Deutsch von Marshall. Leipzig 1893.

(Cicindela), die sich damit begnügen, von einem gegrabenen senkrechten Zylinderrohr aus die in ihre Nähe kommenden Ameisen und andere Insekten zu erhaschen, sind es nur zwei Tiergruppen, welche es zur Anfertigung von Fallgruben gebracht haben: die schlanken, ihre Beute umschlingenden Larven der südeuropäischen Schnepfenfliege (Leptis vermileo) und die verschiedenen Arten der heimischen Ameisenlöwen (Myrmeleon). In sandigen Gegenden, wo reichlicher Ameisenverkehr zu erwarten, haben sich die letzteren eine mehrere Zentimeter breite, nach der Tiefe im Abfallwinkel des rieselnden Sandes trichterförmig zugespitzte Grube gegraben, in deren Grunde sie verborgen lauern, nur die gewaltigen Zangenkiefer ein wenig hervorstreckend. Alles, was auf die schiefe Ebene dieses Trichterabhanges gerät, ist rettungslos dem in der Tiefe lauernden Scheusal verfallen, das durch eine drehende Ruckbewegung seines Kopfes einen Sandwirbel nach dem anderen gegen sein Opfer schleudert, bis es herabrollt und von den Kiefern gepackt werden kann. Nur selten führt selbst ein wiederholtes Losreißen zur Errettung, da schließlich auch der Stärkste bei dem immer von neuem wiederholten Spiele ermatten muß.

3. Synökie, Kommensalismus.[1])

Während die Beziehungen zwischen Raubtier und Beute absolut feindliche sind, da sie die möglichst schnelle Vernichtung der letzteren zum Zielpunkte haben, gibt es eine ganze Reihe anderer Beziehungen zwischen den Tieren des gleichen Wohngebietes, die zwar vielfach nichts weniger als freundliche sind, keinesfalls aber den unmittelbaren Tod der einen Partei zur Folge haben oder bezwecken. Nicht um einen plötzlichen Zusammenstoß, um einen kurzen Kampf auf Leben und Tod handelt es sich hierbei, sondern meist um langandauernde Verhältnisse, bei denen der eine Teil auf irgendeine Weise seinen Vorteil findet, während der andere, gezwungen oder gleichgültig, diese Vorteile gewährt, ohne selbst dabei in seinen Daseinsbedingungen gefördert zu werden.

Bei genauerem Studium erweisen sich diese Beziehungen so mannigfaltig und so vielfachen Modifikationen unterworfen,

1) Vgl. van Beneden, P. J.: Le commensalisme dans le règne animal in: Bull. Ac. Roy. Belgique (2) XXVIII, 1869.

daß es schwer hält, eine einigermaßen brauchbare Klassifizierung für sie zu finden, zumal wir über die intimeren Lebensverhältnisse namentlich vieler Meerestiere bisher nur sehr ungenügend unterrichtet sind.

Im allgemeinen wird man wohl bei den Tieren, welche andere zu eigenem Vorteil ausnutzen, zwischen solchen unterscheiden können, die als echte Schmarotzer oder Parasiten ihre Nahrung der Körpersubstanz des „Wirtstieres" selbst entnehmen, also direkt von ihm zehren, und solchen, die aus irgendeinem anderen Grunde ihren Vorteil in der Vergesellschaftung mit dem Wirtstier finden — Die Tiere dieser letzteren Gruppe mögen ganz allgemein als Synöken im weitesten Sinne, und wenn sie durch dieses Beisammensein zugleich auch ihre Nahrung finden, als Kommensalen bezeichnet werden. Bei der Unmöglichkeit, in jedem einzelnen Falle mit Sicherheit festzustellen, ob der Gast auch an der Nahrung des Wirtes sich beteiligt, erscheint es zurzeit untunlich, diesen Unterschied im Verhalten der „Gäste" weiter als Einteilungsprinzip zu verwerten, zumal man alsdann mit dem nämlichen Rechte auch diejenigen, die nur der Gewinnung eines Fixationspunktes wegen oder aus Gründen des Orts- und Wasserwechsels, des Schutzes, der Sicherung der Brut usw. den Wirt in Anspruch nehmen, als gleichwertige Gruppen den Kommensalen gegenüberstellen müßte und hierbei auf nicht minder unüberwindliche Schwierigkeiten stoßen würde.

Eine etwas leichter durchführbare Einteilung der Synöken im weiteren Sinne ergibt sich, wenn wir die verschiedenen Modalitäten ins Auge fassen, unter denen die Tiere miteinander vergesellschaftet sind. Wir erkennen alsdann, daß sich die an ein Wirtstier gebundenen Gäste ganz wohl in solche scheiden lassen, die auf oder in dem Wirtstiere selbst leben, und die wir „Epöken" nennen wollen, und in solche, die nur die Wohnung des Wirtes mit benutzen, also „Synöken" im engeren Sinne sind. Endlich hätte man noch solche Formen besonders herauszuheben, die nur in der Nähe des Wirtstieres sich aufhalten und demnach die Bezeichnung „Paröken" verdienen.

a) Epöken.

Die Epökie kann, wie oben schon angedeutet, sehr verschiedene Gründe haben; sie ist fast ganz auf die Tiere des

Wassers, namentlich des Meeres beschränkt, findet hier aber eine weite Verbreitung. In zahlreichen Fällen ist es einfach das Bedürfnis eines festen Anheftungspunktes, verbunden mit dem Schutz gegen Übersandung usw., welches viele seßhafte Tiere von bescheidener Größe veranlaßt, mächtigere Stöcke und Einzeltiere zum Wohnsitz zu wählen. Unter den Infusorien sind es die Vorticellen, Carchesium, Epistylis und andere, die in solcher Weise die Stöcke der Bryozoen, die Panzer der Krebse, die Schalen der Schnecken und Muscheln ausnutzen. Es folgen die Stöcke der Hydroiden und kleineren Bryozoen (Loxosoma, Pedicellina, Crisia, Scrupocellaria usw.), die nicht minder häufig auf größeren Bryozoen- und Korallenkolonien, auf Schnecken, Muscheln, Wurmröhren usw. gefunden werden, während einige zu den Seeanemonen gehörigen Palythoa-Arten mit großer Regelmäßigkeit den Kieselnadelschopf bestimmter Kieselschwämme (Hyalonema, Axinella) besiedeln. Von Mollusken gehören einige Gattungen festsitzender Meeresschnecken (Vermetus, Crepidula, Hipponyx usw.) hierher, sowie die Süßwasser-Miesmuschel (Dreyssensia), die, gleich jenen, mit Vorliebe größere Muschelschalen zum Anheftungspunkt wählt. Namentlich in dem gleichmäßigen Schlamm- und Schlickgrunde der Tiefsee sind derartige Fixationspunkte für viele Tiere von vitalster Bedeutung.

Bei der Inanspruchnahme von Wirtstieren mit lebhafter Ortsbewegung spielt in der Regel auch wohl der hierdurch herbeigeführte stärkere Wechsel des Sauerstoff und Nahrung liefernden Wassers eine nicht unwichtige Rolle. Dies ist augenscheinlich schon der Fall bei einer Bryozoe unseres süßen Wassers (Plumatella), wenn sie vielfach auf den Gehäusen der Sumpfschnecke (Paludina) sich heimisch macht; ebenso bei der zu den Hydroiden gehörigen Stylactis minoi, die bisher nur auf dem Fische Minous inermis (Scorpaenide) gefunden ist, und noch mannigfaltiger wird dieser Vorteil namentlich von vielen Krebsen des Meeres ausgenutzt, vor allem von den verschiedenen Gattungen der Seepocken und Entenmuscheln (Coronula, Tubicinella, Conchoderma), welche die Haut der Walfische bewohnen, aber auch auf Seeschildkröten (Gatt. Chelonobia) und Haien (Gatt. Alepas) zu finden sind. Auch die drolligen Caprellen und manche Krabben lieben es, von Schildkröten, Fischen, Walen sich umhertragen zu lassen, wobei vielleicht nur ganz

allgemein die Vorteile des Wanderlebens in Frage kommen, wie wir dies wohl bei dem berühmten Schiffshalter (Echeneis), einer mit den Makrelen verwandten Fischgattung, annehmen müssen, der, mittelst seiner gewaltigen Kopfsaugscheibe an größeren Tieren oder auch an Schiffen verankert, weite Reisen unternimmt. — Unter den Landtieren sind namentlich die Bücherskorpione als solche blinden Passagiere der Fliegen und anderer Insekten bekannt; neben ihnen wären noch gewisse Jugendstadien (Hypopus) von Milben zu nennen, die sich von mancherlei Insekten tragen lassen, sowie die merkwürdigen, noch später zu besprechenden Larven der Maiwürmer (Triungulinus-Stadium) und Fächerflügler (Strepsiptera), welche die Honig naschende Biene als Vehikel benutzen, um so in deren Wohnung zu gelangen.

Außerordentlich groß ist die Zahl derjenigen Epöken, die auf und noch mehr in dem Körper des Wirtstieres Schutz suchen, womit wohl oft genug auch Ernährungsvorteile verbunden sind. Einen wirksamen Schutz kann der auf dem Wirt lebende Gast bereits dadurch finden, daß er in Farbe, Skulptur und Gestalt in ähnlicher Weise dem Wirte angepaßt ist, wie dies bei so zahlreichen Tieren in bezug auf die von ihnen bewohnten Pflanzen der Fall ist (vgl. S. 62). Sehr überzeugende Beispiele hierfür bieten unter anderen viele zu den sog. Medusenhäuptern unter den Seesternen gehörige Formen, wie Trichaster, Asteroporpa, Astrophyton usw., die auf den Stöcken verschiedener Gorgoniden leben. Eine Nacktschnecke (Doris) auf einem Hornschwamm (Triakentrion) gleicht in Färbung und Skulptur so sehr dem Wirt, daß sie nur schwer von ihm zu unterscheiden ist; auch manche Gehäusschnecken, wie die Pedicularia auf der Edelkoralle, die Ovula auf Gorgonien, die Crepidula auf dem Mündungsdeckel von Strombus, Cerithium usw., sind in der Färbung dem Wirte angepaßt, und selbst die kleinen, zu den Flohkrebsen gehörigen Caprellen dürften geschützt sein, wenn sie an den Stöckchen der Hydroidpolypen (Sertulariden, Tubulariden usw.) umherkriechen, während andere Krebse, wie gewisse Flohkrebse (Isaea usw.), den mit Hydroiden bewachsenen Panzer der Spinnenkrabben wohl mehr des Nahrungserwerbes wegen aufsuchen.

Ungleich häufiger ist die Methode, durch Eindringen in die Haut oder in die inneren Organe des Wirtes sich vor den

Feinden zu sichern. Hierher gehört es vermutlich, wenn gewisse Hydroiden (Spongicola usw.) mit Vorliebe vom Körper der Hornschwämme sich umwachsen lassen, oder wenn die Bohrschwämme die Kalkschale der Muscheln durchsetzen. Unter den Würmern hausen der Palolowurm und andere Polychäten (Syllis-Arten, Nereis tethycola usw.) im Inneren der Korallenblöcke oder im Kanalsystem von Schwämmen, Alciope parasitica im Magenraum einer Rippenqualle (Cydippe), während ein Nematode (Odontobius) ausschließlich zwischen den Barten der Wale lebt, woselbst er auch seine Nahrung finden wird. Von Stachelhäutern wählen besonders die Schlangensterne gern das Kanalsystem der Meeresschwämme als Aufenthaltsort. Äußerst mannigfach sind die Beispiele, in denen das Heer der marinen Krebstiere die verschiedensten Organisationsstufen ihrer Mittiere auszunutzen verstanden hat. Bald ist es das Innere der Schwämme, in dem sie ihre Wohnung aufschlagen, wie Typhon spongicola und die im Hohlraum des Gießkannenschwammes eingeschlossenen Aega-, Spongicola- und Pontonia-Arten beweisen, bald sind es quallenartige Tiere, in deren Leibeswand sie sich festsetzen (Pisa styx in Melitaea), in deren Magenraum sie wohnen (Metoecus medusarum), oder die sie sogar ausfressen, um sich ein Schutzgehäuse zu schaffen (Phronima sedentaria in Beroë und Pyrosomen). In dem Geäst mancher Korallentiere (z. B. Pocillopora) haben sich einige von ihnen (z. B. Hapalocarcinus marsupialis) derart eingenistet, daß sie ganz von der Kalksubstanz der Äste umschlossen sind und das Phänomen der sog. „Krebsgallen" darbieten. Im Enddarm der Holothurien hausen die Muschelwächter (Pinnotheres), zwischen den Dornen oder im Inneren um den Enddarm der Seeigel und Seesterne die Fabia-, Porcellana- und Oxybeles-Arten, in den Kiemensäcken der Seescheiden die merkwürdigen, mit den Hüpferlingen verwandten Notodelphyiden, und zahlreiche Formen der Pinnotheres, Pontonia, Gammarus, Conchodytes, Ostracotheres usw. haben es vorteilhaft gefunden, sich im Inneren der durch ihre starken Schalen geschützten Muscheln, der Pinna-, Mytilus-, Meleagrina-, Tridacna-Arten usw. häuslich einzurichten. Diese Gewohnheit war bereits im Altertum bekannt, doch ist es auch heute noch nicht mit Sicherheit erwiesen, ob diese „Muschelwächter" für den Schutz, den sie genießen, nun auch irgendwelche nennenswerte Gegenleistung zu

bieten haben. Selbst die eigentlichen Herren des Meeres, die Fische, werden von den Krebsen in Dienst genommen. Sehen wir vorläufig ab von den zahlreichen „Fischläusen" den Argulus, Caligus, Laemargus unter den Spaltfußkrebsen, den Nerocila, Anilocra usw. unter den Isopoden, den Walfischläusen (Cyamus) unter den Amphipoden, die auf der Haut der marinen Wirbeltiere leben und dort vielleicht als Halbschmarotzer zu bezeichnen sind, oder von der auch vielfach im Maul der Fische sich anheftenden und dort wohl als „Mitesser" zu betrachtenden Gruppe der Cymothoiden (Cymothoa), so bleiben doch noch andere Formen übrig, die augenscheinlich den Fischkörper lediglich als Wohnung benutzen, indem sie sich (Ichthyoxenus, Epichthys unter den Isopoden) in die Bauchwand der Tiere hinter den Bauchflossen eingraben und hier zu zweien als Pärchen vereint in einer nach außen offenen Höhle ein höchst beschauliches Dasein führen. Unter den Mollusken sind es namentlich manche Muschelgattungen, die sich im Inneren anderer Tiere zu verbergen suchen. Bekannt sind vor allem die Modiolaria, die sich ganz in den Mantel gewisser Seescheiden (Ascidia, Phallusia) hineinwühlen, und Ähnliches gilt von den Vulsellen (und Crenatula), die nur mit einem Stückchen des Schalenrandes aus dem zur Wohnung erkorenen Schwammkörper herausragen. Daneben ist die merkwürdige, den Wellhörnern verwandte Schnecke Rhizochilus antipathum zu erwähnen, welche die Zweige der Antipathes-Korallen mit eigentümlichen Fortsätzen ihrer Schale umgreift und sich so verankert. Das berühmteste Beispiel eines Fisches, der sich im freien Meere nicht sicher fühlt und daher einen Unterschlupf in lebenden Tieren sucht, ist der Fierasfer des Mittelmeeres, der mit dem Schwanzende voran in die Analöffnung verschiedener Seewalzen (Holothuria tubulosa, Stichopus regalis) kriecht und nun, nach Belieben aus- und einwandernd, seinen dauernden Wohnsitz in den sog. Wasserlungen derselben aufschlägt. Auch in einer Perlmuschel und in Seesternen hat man verwandte Formen gefunden, während eine Seenadel (Syngnathus intestinalis) wieder im Inneren von Holothurien beobachtet ist. Im Inneren von Quallen (Chrysaora) halten sich gern die jungen Caranx trachurus auf, im Magenraum einer Seeanemone (Discosoma) der Pomatocentride Amphiprion. Winzige Welsformen (Stegophilus, Vandellia) hausen furchtlos im Maule einer größeren

Art (Platystoma), und dasselbe gilt von gewissen aalartigen Fischen (Ophichthys, Apterichthys), die als Kiemenhöhlenbewohner und natürlich zugleich auch Kommensalen des Seeteufels genannt werden. Übel berüchtigt endlich sind einige südamerikanische kleine Welsarten (Vandellia, Cetopsis) wegen ihrer Gewohnheit, Badenden in die Harnröhre zu dringen. — Von Landtieren wären als Epöken und gleichzeitige Kommensalen hier wohl nur gewisse Ameisenmilben (Antennophorus) und die Bienenläuse (Braula coeca) aufzuführen, die den Körper der Ameisen resp. Bienen bewohnen und bei Nahrungsbedarf ihre Wirte so lange am Munde kitzeln, bis diese ein Tröpfchen Futtersaft von sich geben.

Als besondere Formen der Epökie zum Zwecke des Schutzes sind schließlich noch die Fälle zu erwähnen, in denen die junge Brut anderen geschützten Tieren anvertraut wird oder selbst dort Unterkunft sucht. Zahlreiche Würmer und Krebse haben die Gewohnheit, ihre Eier im Inneren des Kanalsystems der Schwämme abzusetzen. Noch überraschender ist der Instinkt des Bitterlings (Rhodeus amarus) in unseren Teichen, dessen Weibchen die Eier mit langer Legeröhre zwischen die Kiemenblätter der Teichmuscheln (Anodonta) legt, wo die junge Brut bis zur Aufzehrung ihres Nahrungsdotters verweilt. Gewissermaßen als ein Akt der Vergeltung erscheint es, wenn dann auch umgekehrt die jungen, hakenbewaffneten Larven der Fluß- und Teichmuscheln (Glochidium-Stadium) bald nach ihrem Ausschwärmen sich an die Haut der Süßwasserfische anheften und hier in einer pustelartigen Wucherung ihre Entwickelung zum fertigen, wenn auch noch sehr winzigen Muscheltier durchmachen.

b) Synöken.

Als Synöken im engeren Sinne sollen, wie schon früher hervorgehoben, diejenigen Tierformen bezeichnet werden, die mit anderen die gleiche Wohnung benutzen, wobei man wohl praktisch die Wohnungen der Einzeltiere von denen der gesellig Lebenden unterscheiden kann. Auch hier sind die Haupttriebfedern für einen solchen Anschluß der bessere Schutz und die dargebotene Nahrung, wobei es nicht immer leicht ist, zu entscheiden, inwiefern das eine oder das andere Moment in den Vordergrund tritt.

Als Synöken bei Einzeltieren haben wir zunächst eine Reihe von frei lebenden Meereswürmern anzusehen, die sich aber

in den Röhren tubikoler Würmer einzunisten pflegen. So wohnt Harmothoe sarniensis in der Röhre von Chaetopterus insignis, Antinoe nobilis in derjenigen von Terebella nebulosa. Andere (Nereis succinea, Lepidonotus) bevorzugen die Röhren der Bohrwürmer (Teredo), und noch wieder andere (Nereis pelagica, fucicola usw.) teilen die Schneckenhauswohnung der Einsiedlerkrebse, an deren Mahl sie sich auch zweifellos beteiligen. Das bekannteste Beispiel von Synökie bei einzeln lebenden Landtieren bietet wohl der junge Kuckuck, der noch dazu von seinen Pflegeeltern gefüttert wird, also zugleich Kommensale ist, während der im Reisig des amerikanischen Seeadlernestes bauende Bootschwanz (Quiscalus versicolor) sich mit dem Schutze des mächtigen Raubvogels begnügt. Daneben wären vielleicht noch die in den Nestern der Schwalben und anderer Vögel hausenden Milben, Bücherskorpione, Käfer, Mottenraupen usw. zu erwähnen, die hier im Detritus ihre Nahrung finden.

Ungleich häufiger ist die Ausnutzung von Kolonialbauten, namentlich der Insektenstaaten, seitens der Synöken.[1]) Hierher zu rechnen sind in erster Linie die zahlreichen Mitbewohner der Ameisen- und Termitenwohnungen, soweit sie nicht als „Symphilen" oder Symbionten mit ihren Wirten in ein auf gegenseitiger Dienstleistung begründetes Freundschaftsverhältnis getreten sind (vgl. S. 102). Entweder werden diese fremden Einmieter von den rechtmäßigen Besitzern als indifferent geduldet, wie andere kleine Ameisenarten (Stenomma, Asemorhoptrum usw.), die sich im Bau eingenistet haben, und das Heer der vom Mulm und Detritus, vom Nistmaterial und den Mahlzeitsresten, ja selbst von den aufgespeicherten Vorräten sich nährenden Milben, Lepismiden, Spinnen, Asseln, Ptilien, Corticarien, kleinen Raubkäfer, Histeriden, Larven der Cetonien usw., die Wasmann als echte Synöken bezeichnet, oder aber sie werden als Räuber der Brut verfolgt, wie namentlich viele Raubkäfer (Myrmedonia, Myrmoecia, Quedius, Lamprinus usw.), und daher von Wasmann als „Synechtren" unterschieden. Eine solche Synechtrie, eine Feindschaft zwischen Wirt und Gast, herrscht augenscheinlich auch zwischen den Bienen und den Larven

1) Vgl. Wasmann, E.: Kritisches Verzeichnis der myrmecophilen und termitophilen Arthropoden. Berlin 1894.
Derselbe: Die Gäste der Ameisen und Termiten in: Ill. Z. f. Entom. III 1898 p. 145ff.

der Wachsmotte, welche den ersteren ihre schönen Wachswaben zerfrißt, durch ihr dichtes Gespinst aber sich vor den Stichen der Wirte zu schützen weiß. Ob die Gewohnheit ostindischer Bienen (einiger Trigona-Arten), in Termitenbauten sich anzusiedeln, als einfache Synökie oder als Symbiose (vgl. S. 98) aufzufassen sei, ist zurzeit schwer zu entscheiden. — Hingewiesen mag an dieser Stelle auch auf die große Zahl derjenigen Insekten werden, die ihre Eier an die zum Zwecke der Brutpflege von anderen Kerbtieren zusammengebrachten Vorräte legen[1]), wie die Schmarotzerhummeln (Psithyrus), die Kuckucksbienen (Nomada, Melecta, Coelioxis usw.), die Bienenameisen (Mutilla), die Goldwespen (Chrysididen), Trauerschweber (Anthrax), oder gar direkt den Spinnenkokons oder den Zellen der Wespenwaben einverleiben, wie es mit den zu den Netzflüglern gehörigen Mantispa-Arten die Regel; doch handelt es sich in allen diesen Fällen, in Hinblick auf die mit dieser Synökie einhergehenden Vernichtung der jungen Brut der Wirte, um Verhältnisse, die auch noch unter einem anderen, später zu erörternden Gesichtspunkte betrachtet werden müssen. Ungleich klarer liegt die Sache bei den sog. Einmietern (Inquilinen) unter den Gallwespen, welche die bereits von anderen Arten hervorgerufene Galle zur Eiablage benutzen und dabei trotz kräftigen „Mitessens" doch wohl nur in selteneren Fällen die Entwickelung des rechtmäßigen Besitzers beeinträchtigen. Unter den höheren Tieren sind die Beispiele kolonialer Synökie selten, doch kann man wohl die merkwürdige Vergesellschaftung der Brückenechse (Hatteria) mit neuseeländischen Sturmvögeln (Procellaria) und Sturmtauchern (Puffinus) in den von letzteren gegrabenen Höhlen, sowie die der Dorneidechse und Manguste in den Kolonien des Klippdachses (Hyrax) als hierher gehörig betrachten.

c) Paröken.

Zu der letzten Gruppe der Paröken, d. h. derjenigen Tiere, die aus dem Aufenthalt in der Nähe anderer Vorteil ziehen, gehören in erster Linie die zahlreichen Bewohner der Korallenriffe, die Seeigel, Seesterne, Schlangensterne, Würmer, Krebse, Mollusken, Fische, die in dem Gewirr der vielverzweigten,

1) Vgl. Friese, H.: Die Schmarotzerbienen und ihre Wirte. Zool. Jahrb., Syst. III 1889 p. 847—870.

kalkstarrenden Stöcke der Korallenpolypen neben reichlicher Nahrung vor allem auch Schutz gegen ihre Feinde finden. Manche von ihnen scheinen an diese Lebensweise mit den Korallen geradezu gebunden zu sein, wie die Gattungen Coralliophila, Rhizochilus, Leptoconchus, Sistrum unter den Schnecken, nebst den seltsamen Magilus, die sich in den massiven Blöcken der Mäandrinen festsetzen, und deren Gehäuse zu einer ungeheuerlichen Röhre sich streckt, um nicht von dem wachsenden Polypenstock überwuchert zu werden, oder die bereits im Früheren (vgl. S. 80) erwähnten Krabbenformen, die man in ihren gallenartigen Kalkgehäusen ebensogut auch als Epöken aufzufassen berechtigt ist. Auch ein großer Teil der sog. Korallenfische (Chaetodon) scheint in seinem Vorkommen auf die Korallenriffe beschränkt zu sein. Einen willkommenen Schlupfwinkel bieten sodann die durch nesselkapselbewehrte Senkfäden geschützten Schirme der Quallen und Wurzelquallen (Rhizostoma), die sowohl von Krebsen (Hyperia) und kleineren Quallen (Aegineta), wie vor allem auch von jungen Fischen, wie Carangiden, Scomberiden, Pomacentriden (Amphiprion), Scorpäniden (Minous) usw., wenn auch mit der nötigen Vorsicht, aufgesucht werden. Weniger klar sind die Gründe, die den berühmten Lotsenfisch oder Pilot (Naucrates) veranlassen, sich zum ständigen Gesellschafter der gefräßigen Haie zu machen. Möglich immerhin, daß er auf diese Weise leichter seine Nahrung, die durch das Ungeheuer aufgeschreckten kleinen Fische, erwirbt. Ammern und Lerchen, Goldhähnchen und Meisen, Regenpfeifer und Strandläufer usw. sind oft zu Schwärmen vereinigt. Mit den Herden der südafrikanischen Zebraarten finden sich stets auch Gnus vergesellschaftet, dazu nicht selten Springböcke, Buntböcke und Strauße, die wohl hier Schutz suchen. Die Züge der Treiberameise Brasiliens werden von mancherlei Ameisenvögeln (Formicariiden) begleitet, die sich der von jenen aufgestöberten Raupen usw. bemächtigen. Schakale, Hyänen und Geier sind als Kommensalen der größeren Raubtiere zu nennen, deren Beutereste sie verzehren. In sehr prosaischer Weise erklärt sich das Zusammenleben der Elfenbeinmöwen mit den Robben, deren Kot sie fressen, während die Raubmöwen, der Schmarotzermilan, der brasilianische Geierbussard (Ibycter), der Fregattvogel usw. sich gern an andere Vögel heranmachen, um ihnen die noch unverdaute, also eben erworbene Beute abzujagen.

4. Parasitismus.[1])

a) Begriff und Einteilung des Parasitismus.

Der Parasitismus oder das Schmarotzertum ist eine im Tierreiche außerordentlich verbreitete Erscheinung, die wir dahin präzisieren wollen, daß eine Tierspezies nicht nur „auf Kosten" einer anderen sich nährt, wie etwa die Wachsmotte, die Schmarotzerhummel oder die Raubmöwe, sondern von dem lebendigen Körper dieser Tierart selbst. Da auch das Raubtier durch die Inanspruchnahme fremden tierischen Lebens zur Befriedigung des eigenen Nahrungsbedürfnisses charakterisiert ist, so liegt es auf der Hand, daß die Grenze zwischen diesen und den Parasiten nur eine willkürliche, auf ziemlich schwankenden Merkmalen beruhende sein kann. Im allgemeinen, so darf man wohl sagen, ist das Raubtier stärker als seine Beute, sein Eingriff in deren Organismus ist so gewaltig und übermächtig, daß dieser gänzlich zerstört wird, während der Parasit meist unendlich viel kleiner ist als sein Wirt, daher nicht ohne weiteres vernichtend auf ihn einwirkt und dementsprechend auch für längere Zeit Vorteil aus ihm zu ziehen vermag. In der Wirklichkeit zeigen Raub und Schmarotzertum mannigfache Übergänge zueinander. So können von zwei nahe verwandten Gruppen die Formen der einen als Parasiten auf das Blutsaugen bei höheren Tieren eingerichtet sein, während die der anderen durch dieselbe Tätigkeit bei niederen Organismen zu Raubtieren werden, wie wir dies bei den parasitierenden Bremsen und den raubenden Asiliden, bei den schmarotzenden Bettwanzen und den raubenden Reduviiden beobachten. Die Larven der Schlupfwespen müssen zwar als Parasiten angesprochen werden; das vollständige Ausfressen des Wirtstieres aber nähert sie in vielen Fällen doch recht sehr den Raubtieren. Der Blutegel gilt uns als Parasit, wenn er etwa dem ins Wasser getriebenen Pferde oder dem Menschen ein

1) Vgl. van Beneden, P. J.: Die Schmarotzer des Tierreiches. Leipzig 1876.
Braun, M.: Die tierischen Parasiten des Menschen. 3. Aufl. Würzburg, 1903.
Leuckart, R.: Die Parasiten des Menschen und die von ihnen herrührenden Krankheiten. 2. Aufl. Leipzig und Heidelberg Bd. I. 1879—1901.
Peiper, E.: Tierische Parasiten. 2. Aufl. Wien 1904. Ferner: Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitismus und Infektionskrankheiten, Jena, Gust. Fischer; Archives de Parasitologie, Paris.

wenig Blut abzapft, aber er erscheint uns als Raubtier, wenn er dieselbe Prozedur an einer jugendlichen Froschlarve vornimmt, die durch dieses „saigner à blanc“ ohne weiteres getötet wird. Daß übrigens nach unserer obigen Definition auch Nachtigall und Schwalbe mit ihrem Insektenfang als echte Raubtiere zu gelten haben, mag hier, als dem Sprachgebrauch widersprechend, noch besonders hervorgehoben werden.

Nicht minder schwer, wie gegen die Raubtiere, sind die Parasiten in manchen Fällen gegen die Synöken und Kommensalen abzugrenzen. Dies gilt beispielsweise von zahlreichen Fischläusen (Anilocra, Nerocila, Argulus, Caligus, Cyamus, Anceus usw.), d. h. Krebsformen, die auf der Haut der Fische, Seeschildkröten, Wale leben und hier augenscheinlich der Hauptsache nach vom ausgeschiedenen Schleim ihrer Wirtstiere sich nähren. Es gehört entschieden eine gute Portion juristischen Scharfsinns dazu, um mit Sicherheit zu entscheiden, ob diese Ausscheidungsprodukte noch als „Teile“ des betreffenden Wirtskörpers aufzufassen sind oder nicht. Ähnlich verhält es sich mit den Haarlingen (Trichodectes) und Federlingen (Mallophagen), denen vornehmlich die Abfallsprodukte der Haut von Landtieren, also die Schuppen und Federscheiden, aber auch wohl die Haare zur Nahrung dienen. Noch schwieriger dürfte die Frage zu lösen sein, wie wir die im Enddarm niederer Wirbeltiere hausenden und dort vom Kot sich nährenden Opalinen (Infusorien) oder die zu gleichem Zwecke den Enddarm von Schnecken und Regenwürmern bewohnenden Rädertiere (Albertia) zu klassifizieren haben, und selbst bei den Krebsegeln (Histriobdella, Astacobdella, Polia), die zwischen den am Schwanze befestigten Eierballen der Krebse und Krabben umherkriechen und die abgestorbenen Eier verzehren, kommen wir einigermaßen in Verlegenheit, da der Begriff des Kommensalismus in diesem Falle nur wenig passen will.

Eine ganze Reihe schwer unterzubringender Fälle liefert endlich das bei der Brutpflege auftretende Schmarotzertum, dessen bereits S. 84 Erwähnung getan wurde. Als klassisches Beispiel für die hier zutage tretenden Schwierigkeiten kann der Lebenslauf der jungen Maiwürmer (Meloiden) gelten. Die alten Maiwürmer legen ihre Eier ganz ehrbar in die Erde und stehen auch sonst mit irgendwelchen anderen Tieren in keinerlei Beziehung. Die ausgeschlüpften Larven (Triungulinus) aber klettern in die

Blüten der Blumen, klammern sich hier an die Honig suchenden Bienen an und lassen sich von ihnen in die Stöcke tragen, wo sie, abspringend, in die Zellen gelangen. Das dort befindliche Bienenei wird verzehrt und darauf eine Verwandlung durchgemacht, die das Geschöpf befähigt, mit dem ursprünglich für die Bienenlarve bestimmten Honigvorrat sich zu mästen und, unter Einschaltung verschiedener weiterer Verwandlungsstadien, zum geschlechtsreifen Tier heranzuwachsen. Man pflegt diese eigentümlichen Gewohnheiten der Maiwürmer ganz allgemein als Parasitismus zu bezeichnen, obwohl es sich, strenggenommen, bei der Benutzung der Arbeiterbiene als Vehikel um Synökie (Epökie), bei dem Aufzehren des Bieneneies um die völlige Vernichtung, um ein Auffressen des schwächeren Tieres seitens der Maiwurmlarve handelt, die demgemäß nunmehr als Raubtier anzusprechen wäre, während sie in der späteren Phase des Honigfressens zum einfachen Kommensalen wird. Vielleicht könnte man sich in diesem Falle, wie auch in den vielen ähnlichen, in denen fremde Gäste die Eier und Larven staatenbildender Insekten fressen, dadurch helfen, daß man neben dem gewöhnlichen Individual-Parasitismus, der nur das einzelne Wirtstier betrifft, noch einen Kommunal-Parasitismus unterscheidet, der dadurch charakterisiert wäre, daß der Schmarotzer in irgendeinem als Ganzes gedachten sozialen Gemeinwesen durch Vernichtung von Teilindividuen gerade so schädigend wirkt, ohne das Ganze zu zerstören, wie dies beim gewöhnlichen Parasiten durch Inanspruchnahme von Teilen des Wirtstieres der Fall ist. Allen Klassifikationsschwierigkeiten wäre jedoch auch hierdurch noch nicht begegnet, wenn anders die Annahme richtig ist, daß auch bei den einzeln lebenden Erdbienen, Wespen, Grabwespen usw. das dem Nahrungsquantum einer Zelle beigefügte Ei resp. die bereits ausgekrochene Larve von den jene Vorräte verzehrenden Kuckucksbienen, Trauerschwebern, Goldwespen, Bienenameisen usw. regelmäßig vernichtet wird. Es handelt sich eben hier um Beziehungen, die weder mit dem Parasitismus, noch auch mit dem einfachen Raube sich decken, und deren Wesen darin besteht, daß ein Unberechtigter sich an die Stelle des rechtmäßigen, von ihm beseitigten Besitzers setzt, sich „substituiert".

Der echte Parasitismus, die Inanspruchnahme der Körpersubstanz eines „Wirtstieres" als Nahrungsquelle, läßt eine

große Zahl von Modifikationen erkennen, je nach den Organen, welche in Anspruch genommen werden, der Schwere des Eingriffes und der Dauer desselben. Im allgemeinen pflegt man wohl zwischen Endoparasiten und Ektoparasiten, sowie zwischen zeitweiligen und ständigen Schmarotzern zu unterscheiden. Auch hier handelt es sich nicht um übergangslose Kategorien, wie denn z. B. die unter der Haut sich entwickelnde Filaria oder Östridenlarve oder Krätzmilbe sowohl als Endo- wie als Ektoparasit, der Floh, die Zecke als zeitweiliger wie als ständiger Schmarotzer aufgefaßt werden kann.

b) Verbreitung des Parasitismus.

Wie die Schar der Raubtiere über alle Gruppen des Tierreiches verteilt ist, von den raubenden Acineten und Infusorien (Amphileptus usw.) bis herauf zu den Säugetieren, so auch finden wir Schmarotzer fast in allen Tierklassen, wobei es jedoch in der Natur der Sache liegt, daß für die massigen und hoch organisierten Wirbeltiere selbstverständlich ein solcher Modus des Nahrungserwerbes nur wenig passend erscheint, doch darf man dabei nicht vergessen, daß im Grunde genommen das saugende Junge an den Zitzen der Mutter im gewissen Sinne der Definition des Parasiten entspricht, und daß diese Parallele noch vollständiger ist, wenn etwa die Jungen der Katze einer säugenden Hündin untergeschoben werden. Unter den Urtieren sind neben den Amöben, Flagellaten (besonders Trypanosoma), Gregarinen und Coccidien namentlich die Hämosporidien (Plasmodium) zu nennen, die in neuerer Zeit als Träger einer Reihe schwerer Krankheiten des Blutes erkannt sind; sodann die Opaliniden und Trichodiniden unter den Infusorien. Von den drei großen Hauptgruppen der Würmer, den Plattwürmern, Rundwürmern und Ringelwürmern, enthalten die beiden ersten ungemein zahlreiche, meist endoparasitische Schmarotzer, doch auch unter den Ringelwürmern sind sie in der Ordnung der Blutegel anzutreffen. Im Typus der Gliedertiere scheint nur eine einzige Klasse, die der Tausendfüßer, dem Parasitismus durchaus fern zu bleiben, und auch bei den Spinnen tritt derselbe nur in einigen Gruppen auf; um so größer ist die Zahl der Schmarotzer unter den Krebsen und Insekten, namentlich unter den niederen Formen derselben, den Isopoden (Bopyriden),

den Entomostraken und Cirripedien, den Mallophagen, Läusen, Puliciden, Fliegen, Wanzen, Schlupfwespen, Braconiden, Chalcididen usw. Von Spinnen sind als Ektoparasiten zahlreiche Milben, als Endoparasiten nur die seltsamen „Zungenwürmer" (Pentastomum) bekannt. Wenig verbreitet erscheint der Parasitismus bei den Mollusken, von denen außer den meist ektoparasitisch an Stachelhäutern schmarotzenden Eulima-, Stylina- und Stylifer-Arten vor allem die seltsamen endoparasitischen Schnecken Entoconcha, Entocolax, Eulima und die gleichfalls endoparasitische Muschel Entovalva in Holothurien zu nennen sind. Unter den Wirbeltieren ist es fast allein die Gruppe der tiefstehenden Rundmäuler, welche hierher gehört und in der Familie der Neunaugen Ektoparasiten, in derjenigen der Myxinoiden oder Schleimfische sogar Endoparasiten liefert. Daneben kommt nur noch die zu den Fledermäusen gehörige Familie der südamerikanischen Vampire in Betracht, die als Blutsauger an Warmblütern gefürchtet sind.

Nicht minder verschieden, als die Parasiten selbst, sind die von ihnen heimgesuchten Wirtstiere: Von den Infusorien bis herauf zu den Säugetieren gibt es wohl keine Tiergruppe, die gänzlich von ihnen verschont wäre. Dabei hat sich in weit höherem Grade als bei den Raubtieren eine Spezialisierung, eine Anpassung des Schmarotzers an nur eine oder wenige nahe verwandte Wirtsformen herausgebildet, die jedenfalls in den oft sehr komplizierten Lebensverhältnissen und Lebensschicksalen namentlich der Endoparasiten ihre Erklärung findet. Von besonderem Interesse erscheint es, daß bisweilen selbst die Parasiten wieder von Parasiten zu leiden haben, wie dies bei den auf Einsiedlerkrebsen schmarotzenden Wurzelkrebsen (Peltogaster usw.) der Fall. Sie werden wieder von Cryptoniscus-Arten heimgesucht, die nun ihre Nahrung aus dem Wirt durch die Wurzeln des Wurzelkrebses ziehen. Noch verbreiteter ist dieser „Hyperparasitismus" bei den Schlupfwespen und Verwandten. So wird beispielsweise die in Kohlweißlingsraupen häufige Braconide Apanteles glomeratus vielfach von der Crypturide Hemiteles fulvipes und dem Chalcidier Tetrastichus microgaster, der in Frostspannerraupen lebende Braconide Meteorus ictericus von Hemiteles arcator befallen. Auch Ophioniden in den Raupen der Buschhornblattwespen sind oft wieder von Cryptus nubiculatus heimgesucht.

c) Schädigungen durch Parasiten.

Sehr mannigfach sind die Schädigungen, welche die Parasiten den Wirtstieren zufügen. Am glimpflichsten treiben es zweifellos unter den Ektoparasiten die Fischläuse, die Federlinge und Haarlinge, die sich im wesentlichen nur von den Abfallstoffen der Haut nähren; aber auch von anderen Parasiten, wie z. B. den Haarbalgmilben der Talgdrüsen, braucht der Wirt keinerlei Beschwerden zu verspüren. Die Stiche der Flöhe, Läuse, Wanzen, Mücken, Bremsen, Zecken, Blutegel usw. sind zwar oft unangenehm und schmerzhaft, haben aber an sich meist keine ernsteren Folgen, wenn sie nicht etwa in übergroßer Menge oder an besonders empfindlichen Stellen erfolgen (Landblutegel, Moskitos, Columbaczermücke), oder aber durch gleichzeitige Übertragung von Blutplasmodien (Plasmodium, Trypanosoma) usw. zu schweren Infektionskrankheiten Veranlassung geben (Anophelesmücken und Malaria, Tsetsefliege und Tsetsekrankheit der Huftiere, Zecken und Texasfieber der Rinder, Surrakrankheit usw.). Lästiger und meist auch schädigender wirken in der Regel diejenigen Ektoparasiten, die sich für längere Zeit in der Haut des Wirtstieres ansiedeln, wie die Krätzmilben, die Sandflöhe, deren Weibchen zu erbsengroßen Kugeln anschwellen, die Bremen oder Biesfliegen in der Haut der Rinder (Hypoderma) und des Menschen (Dermatobia, Ochromyia), wie in den Nasenhöhlen der Schafe und Hirscharten (Oestrus).

Unter den Endoparasiten gibt es zweifellos ebenfalls eine ganze Reihe harmloser, das Gedeihen des Wirtstieres nicht oder in kaum merkbarer Weise beeinträchtigender Formen, wie die mikroskopischen Infusorien (Opalina usw.) und Gregarinen, manche Rundwürmer (Trichocephalus, Trichosomum, Ascaris-Arten), vorausgesetzt, daß sie nicht in übergroßer Zahl versammelt sind; andere hingegen bedingen mancherlei Krankheitserscheinungen (Tänien, Bothriocephalen, Oxyuris, Gastrus-Larven), ja schweres Siechtum und selbst den Tod (Trichinen, Filaria Bancrofti, der Erzeuger der Elephantiasis, Filaria medinensis, Ancylostomum duodenale, Fasciola hepatica, Schistosomum haematobium, Finne von Taenia echinococcus, coenurus, Schlupfwespen, Braconiden, Tachinen usw.). Bei Krebsen wird zuweilen durch den Einfluß des Schmarotzers (Entoniscus) das Wirtstier steril und unfähig, sich fortzupflanzen.

d) Schutzmittel der Wirtstiere.

Während in dem großen Kampfe zwischen Raubtieren und Beutetieren seitens der letzteren eine geradezu staunenerregende Fülle und Mannigfaltigkeit von Mitteln zum Schutz und Trutz gegen das Gefressenwerden zur Ausbildung gelangt ist, sucht man fast vergebens nach ähnlichen Abwehrmitteln der Wirtstiere gegen die doch oft genug nicht minder verderblichen Parasiten. Nur den Ektoparasiten gegenüber haben wenigstens die höchst organisierten Geschöpfe, die Säugetiere, ein paar bescheidene Einrichtungen erworben, die in diesem Sinne zu deuten sind, so die Hautmuskulatur, durch deren Kontraktionsbewegungen die lästigen Insekten verscheucht oder gar zerdrückt werden, und vor allem den lang buschig behaarten Schwanz, den man ja bei Pferden, Rindern usw. wohl geradezu als Fliegenwedel bezeichnen könnte. Schon der Hund aber ist wehrlos gegen das ihn peinigende Ungeziefer, gegen das er vergeblich mit seinen Zähnen anzukämpfen sucht, und nicht besser geht es dem Schaf mit seinen „Schafzecken" (Melophagus ovinus), dem Kanarienvogel mit seinen Milben (Dermanyssus) oder der Eidechse mit ihren Zecken (Ixodes).

Ebensowenig ist ein ausreichender Schutz gegen die Endoparasiten zur Entwickelung gekommen, da er sich im wesentlichen auf den Kampf der weißen Blutkörperchen und Phagocyten gegen die Bakterien und Plasmodien, das Herauseitern der Filarien und Bremenlarven aus der Haut, sowie auf die Ausscheidung einer Kapsel bei den im Bindegewebe, in den Muskeln usw. eingenisteten Schmarotzern beschränkt, d. h. also auf diejenigen Mittel, die dem Organismus auch gegen jeden beliebigen Fremdkörper zur Verfügung stehen. Als Grund für diese Erscheinung haben wir wohl in erster Linie anzusehen, daß die meisten Parasiten als mehr oder weniger mikroskopische Jugendstadien in den fremden Organismus gelangen, wo sie in den dem Willen unterworfenen Organen des Mundes, der Haut usw. noch keinerlei Reaktion hervorrufen, während sie in späteren Entwickelungszuständen eben ausschließlich in solchen Organen hausen, die dem Willen des Wirtstieres nicht mehr zugänglich sind. Ohne Frage war es in der Vervollkommnungsskala der tierischen Organisation von den Urtieren bis zum Zellstaat des Wirbeltieres ein großer Fortschritt, als die sog.

vegetativen Organe mehr und mehr zu selbständiger, automatischer Dienstleistung befähigt wurden; die Wehrlosigkeit gegen den Endoparasitismus aber lehrt uns, daß dieser Fortschritt auch gewisse Nachteile im Gefolge hatte.

e) Anpassungen der Parasiten.

Ungleich mannigfaltiger sind dagegen die Anpassungserscheinungen, welche die Schmarotzer ihrerseits an das Wirtstier und an die oft sehr eigenartigen Lebensbedingungen des von ihnen erkorenen Wohnsitzes zeigen. Es leuchtet ein, daß hierbei von vornherein ein starker Gegensatz zwischen Ekto- und Endoparasiten zutage treten muß. Erstere haben meist aktiv das Wirtstier aufzusuchen und sind zu dem Ende mit vorzüglichen Sinnesorganen (Wanzen, Mücken, Schlupfwespen) und Bewegungsapparaten (fliegende Insekten, Floh) ausgerüstet, besonders wenn die Inanspruchnahme des Wirtes nur eine vorübergehende ist, während bei den stationären Formen oft weitgehende Reduktionen der genannten beiden Organsysteme zu erkennen sind (Krätzmilbe, Haarbalgmilbe) oder sich im weiteren Verlauf des Schmarotzerlebens einstellen (Bopyriden, Penelliden, Lernäaden, Chondracanthiden), bis dann bei den Wurzelkrebsen (Sacculina, Peltogaster) der ganze Körper schließlich nur noch einen ungegliederten, lediglich Geschlechtsprodukte enthaltenden und mit langen wurzelartigen Saugröhren seine Nahrung aus dem Wirtstier gewinnenden Sack darstellt.

Den Ektoparasiten stehen regelmäßig zweckmäßige Waffen zur Verfügung, um ihre Nahrung dem Opfer entnehmen zu können. In der Regel handelt es sich hierbei, abgesehen von den Schuppen, Haare und Federn fressenden Mallophagen, um ein Vordringen zur Blutflüssigkeit unter der Haut, die deshalb von den Insekten und parasitierenden Milben mit stilettartigen Kiefern durchstoßen wird, während die Blutegel einen durch Saugen hervorgerufenen Hautbuckel durch kreissägenartig wirkende, zahnrandige Kiefer durchschneiden. Der Blutzufluß zu der so erzeugten Wunde wird in der Regel durch Einspritzen eines reizenden Speichels erhöht, der zugleich auch das Gerinnen des Blutes verhindern kann (Blutegel, Zecken). Bei längerem Festsaugen können die in die Haut eingeführten Stilette auch noch mit besonderen Widerhaken versehen sein (Zecken), wobei dann gleichzeitig der oft noch mit Blindsäcken versehene Darm

und die Leibeswand einer solchen Dehnbarkeit fähig zu sein pflegen (Blutegel, Zecken), daß die „auf einen Sitz" eingenommene Blutmenge auf Monate, ja vielleicht für die ganze Lebenszeit genügend ist. — Besondere Einrichtungen verlangt sodann noch der dauernde Aufenthalt des Parasiten auf dem Wirtstier. Hierher gehören die Klammerklauen der Läuse und Mallophagen, der Pferdelausfliegen, Schafzecken und Fischläuse, die Saugnapfbildungen gewisser Milbenstadien (Hypopus), wie der Arguliden, der ektoparasitischen Saugwürmer (Polystomiden) und Blutegel. Damit die junge Brut auch sofort wieder die passende Nahrung findet, kleben die Federlinge, die Pelzfresser und Läuse ihre Eier an das Haar- und Federkleid des Wirtes selbst an, und die Fliegengruppe der Pupiparen hat es, im Hinblick auf die für ektoparasitische Lebensweise wenig geeignete Madenform ihrer Larven, sogar fertig gebracht, die ganze Entwickelung der Brut bis zum Puppenstadium im Inneren des mütterlichen Organismus sich abspielen zu lassen. Andere Fliegenlarven, die Dasselwürmer (Hypoderma), die durch ihre Lagerung in der Unterhaut der Wirtstiere einen festen Halt haben, zumal sie oft mit Hakenreihen versehen sind, haben insofern eine besondere Modifikation erfahren, als das Tracheen- oder Atmungsröhrensystem nur mit zwei Stigmen am Hinterleibsende sich öffnet, so daß das bloße Herausstrecken der Hinterleibsspitze aus der eiternden Dasselbeule zur Gewinnung des nötigen Sauerstoffes genügt.

Wesentlich andere Verhältnisse beeinflussen das Leben der Endoparasiten. Natürlich ist es auch für diese vielfach von Wichtigkeit, Vorrichtungen zum Festhalten und Anklammern zu besitzen, namentlich in denjenigen Organen, in denen durch automatische Bewegung der Inhalt vorwärts geschoben wird, d. h. also im Darm, in den Adern, in der Harnblase. Hier treffen wir die mit Chitinhaken versehenen Rundwürmer, die Kratzwürmer (Echinorhynchus) mit ihrem gewaltigen Stachelbesatz, die mit Saugnäpfen und Hakenkranz bewehrten Bandwürmer, die saugnapftragenden Saugwürmer, die Linguatuliden, die Magenbremen mit ihren Klammerhaken. Besondere Gliedmaßen als Bewegungsorgane treten nirgends auf, doch ist durch eine wohlentwickelte Hautmuskulatur wenigstens den frei in den Organen lebenden Tieren meist eine ziemlich ausgiebige Eigenbewegung ermöglicht, die sogar zuweilen zu Auswanderungen aus dem Darm (Oxyuris, Mermis, Gordius) benutzt wird.

Spezifische Waffen zum Erbohren der Nahrungsquelle sind meist nicht vonnöten, da der Schmarotzer ja von nährender Flüssigkeit genügend umspült wird; nur zum Durchbohren der Haut zwecks Einwanderung in den Körper sind zuweilen kleine Stilette entwickelt (manche Cercarien). Da der Körper wegen des geschützten Aufenthaltsortes einen besonderen äußeren Schutz entbehren kann, so ist die Haut in vielen Fällen so zart, daß sie der Diffusion der ihn umspülenden Nährflüssigkeit kein Hindernis bietet; es bedarf dann weder einer besonderen Mundöffnung noch auch eines verdauenden Darmes (Kratzwürmer, Bandwürmer), und der Parasit verhält sich dann ganz wie ein integrierendes Organ seines Wirtes.

Auch Gesichts- und Gehörorgane sind niemals entwickelt; nur der Tastsinn behält noch seine Bedeutung und ist häufig in besonderen Tastpapillen lokalisiert. Das weitaus schwierigste Problem, was zu lösen war, erwuchs jedoch den Endoparasiten aus der beschränkten Lebensdauer der Wirtstiere und aus der Unmöglichkeit, aus dem an beliebiger Stelle zusammengebrochenen Kadaver auswandernd ein neues lebensfrisches Wirtstier zu besiedeln. Mochte der im Innern des Darms sich wohlfühlende Bandwurm während eines langen Lebens auch tausende und abertausende von Nachkommen produziert haben, die etwa mit und neben ihm in gleicher Weise im Darm des Wirtes Nahrung fanden, so war doch diese ganze Mühe vergebens, wenn mit dem Tode dieses Wirtes nicht nur dem Muttertier, sondern auch allen ihren Deszendenten ein gleiches Ende in sicherer Aussicht stand. Das einzige Mittel gegen diesen zum schnellen Untergange der Art führenden Mißstand war in der Ausbildung eines regelmäßigen Wohnungs- und meist auch Wirtswechsels der Brut gegeben, derart, daß dieselbe in einem möglichst jugendlichen und transportfähigen Stadium, also in der Regel als Ei, den Körper des Wirtstieres der Mutter verließ, um dann von außen her auf mehr oder weniger indirektem Wege in den Organismus eines neuen Wirtstieres zu gelangen und so in diesem ebenfalls zum geschlechtsreifen Parasiten sich zu entwickeln. Im einzelnen haben sich hierbei recht mannigfache und oft wunderbare Methoden zur Sicherung des Endeffektes herausgebildet. Im einfachsten Falle gelangen die Eier resp. Embryonen lediglich in den Darm eines anderen Individuums der nämlichen Art, bei welchem Modus dann

unter Umständen auch Selbstinfektion des Wirtstieres durch die Embryonen der bereits in seinem Inneren hausenden Parasiten nicht ausgeschlossen ist (Oxyuris). In der Regel findet ein Wirtswechsel statt, derart, daß die dem Wirte des Muttertieres entstammende junge Brut zunächst auf irgendeine Weise in den Körper und zwar, nach Passierung des Darms, in das Bindegewebe, die Muskulatur usw. einer Tierart gelangt, die zu dem ersten Wirt in irgendeiner regelmäßigen Beziehung steht, etwa als beliebtes Beutetier desselben; hier entwickelt sich die Brut bis zu einem gewissen Stadium, um dann erst, wenn das Beutetier seinem Räuber zum Opfer fällt, im Darm des letzteren zur Geschlechtsreife heranzuwachsen. So leben, um einige Beispiele zu erwähnen, mancherlei Bandwurmarten als Finnen im Bindegewebe von Pflanzenfressern, wie Hase, Kaninchen, Maus, Rind, Schaf, Schwein, um dann später im Darm der Hunde, Katzen, Wölfe usw. zu Bandwürmern sich umzubilden. Auch zwischen Hundelaus und Hund findet eine solche Wechselbeziehung statt. Unter Umständen kann dieser Wirtswechsel aber noch erhebliche Komplikationen erfahren, wie denn z. B. die sog. Saugwürmer oder Trematoden neben Perioden des Freilebens oft genug eine Kette von drei verschiedenen Wirtstieren zu durchlaufen haben.

Bei der Umständlichkeit des Weges, auf dem die Nachkommen eines Endoparasiten allein zur vollen Entwickelung gelangen können, ist von vornherein anzunehmen, daß zahllose Keime zugrunde gehen werden, ohne ihr Ziel zu erreichen. Namentlich die Übertragung der mit dem Kote des ersten Wirtstieres ins Freie gelangenden Eier in den Organismus eines Pflanzenfressers ist von einer bedenklich großen Fülle von Zufälligkeiten abhängig, und ebensowenig ist es sicher, daß jeder mit Finnen besetzte Hase nun gerade etwa einem Fuchse oder Hunde zum Opfer fällt. Es mußten daher von allen Endoparasiten, sollte die Art vor dem Aussterben gewahrt bleiben, außergewöhnlich große Mengen von Eikeimen produziert werden, um auch bei denkbar ungünstigsten Verhältnissen den Erfolg zu sichern, und so kann es nicht wundernehmen, daß diese Eier der Spulwürmer, Saugwürmer, Bandwürmer zum Teil nach Millionen zählen, von denen dann, wie schon früher ausgeführt, durchschnittlich aber immer nur eines als Ersatz des Muttertieres zur vollen Entwickelung kommt. Die ungemein günstigen

Ernährungsverhältnisse des Parasiten inmitten der Säfte des Wirtstieres stellen jedenfalls einen Faktor dar, der bei der Ausbildung jener enormen Eiproduktion eine wichtige Rolle spielt. Auch die auffallend lange Lebensdauer der in Muskulatur oder Bindegewebe eingekapselten Jugendformen, die auf den erlösenden Fleischfresser harren, muß als Anpassungserscheinung an den Parasitismus betrachtet werden.

f) Wechsel von Parasitieren und Freileben.

Zum Schlusse dieses Kapitels erübrigt es, noch kurz darauf hinzuweisen, daß die zu den Schmarotzern gerechneten Tierarten durchaus nicht immer während sämtlicher Phasen ihres Lebens parasitieren, sondern daß in dieser Beziehung die größten Verschiedenheiten herrschen. Selbst bei den echten Eingeweidewürmern treffen wir in sehr verschiedenen Gruppen neben Formen, deren ganzer Lebenszyklus im Innern der Wirte sich abspielt (Trichine), vielfach auch solche, die eine mehr oder weniger lange Periode des Freilebens durchmachen. Bei den Bandwürmern sind es ausschließlich die Eier, die mit dem Kote des Wirtes nach außen gelangen und auch als solche wieder vom neuen Wirt aufgenommen werden; bei vielen Rundwürmern (Ascaris lumbricoides, nigrovenosa, Ancylostomum, Filaria) und den Saugwürmern (Trematoden) sind es die Jungen, bei anderen (Gordius, Mermis) auch die Erwachsenen, die eine Zeitlang frei in der Erde oder im Wasser leben. Ähnlich ist es bei den Gliedertieren. Auch die völlig deformierten, sackförmigen Wurzelkrebse waren in ihrer Jugend als Nauplien frei beweglich und als solche mit 3 Paar Gliedmaßen ausgestattet. Bei den Insekten und Arachniden aber pflegt es nur *eine* Entwickelungsstufe zu sein, die ein parasitäres Dasein führt, während die anderen Stadien freilebend sind. Als Beispiele von Gliedertieren, deren *Larvenformen* sich selbständig ernähren, deren Parasitismus also erst mit der *letzten* Entwickelungsstufe beginnt, sind die Flöhe, die Bremsen, Mücken, Stechfliegen usw. zu nennen; ihre Larven wachsen in modernden Stoffen, im Wasser, in der Erde heran. Andererseits schmarotzen die Bremen, Dickkopffliegen (Conops), Raupenfliegen (Tachina), Schlupfwespen, Wassermilben als *Jugendzustände* und zeigen im Alter keinerlei andere Beziehungen zu den Wirtstieren, als daß sie bei ihnen meist ihre Eier

unterzubringen suchen. Bei den merkwürdigen Fächerflüglern (Strepsipteren) wird zwar das Männchen nach der Puppenruhe zum freien geflügelten Insekt, das Weibchen aber bleibt als unförmlicher, zwischen den Ringen des Hinterleibes sich vordrängender Sack im Körper der als Wirtstiere dienenden Wespen und Bienen, und nur die die Mutter verlassenden Jungen, die sich nach Art der Maiwürmer in die Bauten der Wirtstiere tragen lassen, führen eine Zeitlang ein freies Leben, bis sie sich in die ihnen passend scheinende Wespen- oder Bienenmade eingebohrt haben. Endlich gibt es auch Fälle, in denen überhaupt nur die Weibchen parasitieren, während die Männchen in allen Entwickelungsstadien selbständig bleiben. So ist es beispielsweise bei den Mücken und bei vielen Schmarotzerkrebsen (Bopyriden, Copepoden).

5. Mutualismus, Symbiose.[1])

Bei dem rücksichtslosen Egoismus, mit dem das Tier für seine eigenen Interessen und die seiner Sippe einzutreten pflegt, trifft es sich verhältnismäßig selten, daß diese Interessen mit denen anderer Tierarten soweit harmonieren, daß daraus eine Art wechselseitiger Dienstleistung sich entwickelt, die man dann ganz allgemein als Mutualismus bezeichnet. Erreicht diese gegenseitige Hilfe einen so hohen Grad, daß man von einer dauernden und gesetzmäßigen Verbindung der beiden Tierformen sprechen kann, ja, daß die eine nicht oder kaum ohne die andere existenzfähig erscheint, so gebraucht man für ein solches Verhältnis den Ausdruck Symbiose (im engeren Sinne). Es ist selbstverständlich, daß zwischen beiden Begriffen eine scharfe Grenze nicht zu ziehen ist, wie denn auch Kommensalismus und Synökie oft recht schwer vom Mutualismus zu unterscheiden sind. Ist es doch nicht selten eine schier unlösbare Aufgabe, mit Sicherheit festzustellen, ob so ein Mitbewohner oder Mitesser seinem Wirte für alle Vorteile denn absolut gar keine Gegendienste zu leisten vermöge. Aus diesem Grunde werden denn auch manche der im früheren aufgeführten Fälle von Synökie verbunden mit Kommensalismus, wie z. B. das Zusammenleben der Einsiedlerkrebse mit gewissen

1) Vgl. Schwarze, W.: Beiträge zur Kenntnis der Symbiose im Tierreich. Progr. Realgymn. Hamburg 1902.

Nereidenarten, des Muschelwächters mit den Steckmuscheln usw., von anderen Autoren als Mutualismus aufgefaßt, ohne daß zurzeit eine endgültige Entscheidung zu treffen wäre.

a) Mutualismus und Symbiose bei Einzeltieren.

Ein verhältnismäßig einfacher Fall von Mutualismus liegt vor, wenn gewisse Vogelarten, wie die Stare, die Madenhacker (Buphaga), die Madenfresser (Crotophaga), die Kuhreiher (Bubulcus) sich daran gewöhnt haben, den weidenden Huftieren, den Büffeln, Rindern, Schafen, Nashörnern, Elefanten, das Ungeziefer von der Haut abzulesen. Dem Vieh wird hierdurch zweifellos ein großer Dienst erwiesen, besonders, wenn es hierbei auch von den Insassen der bösen Dasselbeulen befreit wird, und die Vögel ihrerseits finden ihren Vorteil in dem stets gedeckten Tisch. So mußte sich im Laufe der Zeit ein gewisses Freundschaftsverhältnis ausbilden, das bei den Huftieren zu einer bewußten Duldung der Vögel auf ihrem Körper, bei den Vögeln zur Ablegung aller Scheu vor ihren großen Nahrungsspendern geführt hat. Daß dann in weiterer Entwickelung dieses Verhältnisses die keck gewordenen Vögel auch zu recht ungemütlichen Raubtieren werden können, beweisen namentlich die afrikanischen Madenhacker, die in jüngster Zeit sich gewöhnt haben, den Weidetieren neben den Maden auch Haut- und Fleischstücke aus dem Leibe zu reißen. Noch zahlreiche andere Vögel, wie die heimischen Schafstelzen (Motacilla flava), schließen sich gern den Weidetieren an, ohne jedoch mit ihnen zu jener Intimität der Stararten, Madenhacker usw. gelangt zu sein. Als steter Begleiter des Nilkrokodils ist ein kleiner regenpfeiferartiger Watvogel (Pluvianus aegyptius) bekannt, der furchtlos dem Ungeheuer die Speisereste sogar zwischen den Zähnen fortpickt. Ob auch er absichtlich geduldet wird oder nur durch seine Gewandtheit dem Rachen des Reptils entgeht, dürfte schwer zu entscheiden sein. Als seine etwaige Gegenleistung aber könnte wohl gelten, daß er wegen seines lauten Geschreies als Wächter und Warner sehr geeignet ist.

In gewissem Sinne sind den eben geschilderten Beziehungen die seltsamen Freundschaften an die Seite zu stellen, von denen so oft zwischen den Tieren einer Karawane, besonders aber zwischen Haustieren oder den mannigfaltigen Insassen eines Hühnerhofes berichtet wird. Mag es sich bei diesen Freund-

schaften zwischen Pferd und Spitz, Hofhund und Hühnervolk usw. auch nicht immer um materielle gegenseitige Leistungen handeln, so unterliegt es doch wohl keinem Zweifel, daß in beiden Teilen die Empfindung eines durch das Zusammenhalten erhöhten Lebensgenusses lebendig ist, und daß mancherlei kleine Dienste und Gunstbezeigungen das Gefühl der Zuneigung wach erhalten. Von menschlichen Gefangenen ist ja mehrfach berichtet, daß sie in der Beschäftigung mit einer Spinne, einer Fliege ihre einzige Lebensfreude fanden. So mag denn auch der zu einförmigem Dasein verurteilte Kettenhund darauf verfallen, mit den Lebewesen seiner Umgebung gewisse, das ewige Einerlei unterbrechende Beziehungen anzuknüpfen.

Bei den niederen Tieren sind solche zum Teil im Geselligkeitstriebe wurzelnde, fast möchte man sagen uneigennützige Freundschaften infolge des geringer entwickelten Geisteslebens natürlich nicht anzutreffen, sondern hier handelt es sich regelmäßig um sehr greifbare materielle Vorteile, sei es des Nahrungserwerbes, sei es des erhöhten Schutzes, die zwei Tiere verschiedener Organisation zu einer auf gegenseitige Dienstleistung begründeten Lebensgenossenschaft zusammenführen. Unter den Meerestieren sind namentlich die Gruppen der höheren Krebse berühmt wegen der Häufigkeit der bei ihnen anzutreffenden Symbiosen. Schon die gewöhnlichen Taschenkrebse der Nordsee (Cancer pagurus), sowie namentlich die Dromia-Arten, lieben es sehr, sich von allerlei Schwämmen, Seepocken, Röhrenwürmer usw. bewachsen zu lassen, ja dieselben sich zum Teil „eigenhändig" auf den Rücken zu pflanzen, und es leuchtet ein, daß hieraus beiden Teilen Vorteil erwächst: die Krebse erhalten hierdurch bei ihren Beutezügen eine passende Maskierung, ohne infolge des Wasserauftriebes merklich belastet zu sein; den Ansiedlern dagegen wird durch reichlicheren Wasserwechsel wie aus dem Abfall der Beute ein besserer und leichterer Nahrungserwerb gewährleistet. Noch allgemeiner ist diese Sitte des sich Maskierens bei den Einsiedlerkrebsen entwickelt, deren Schneckengehäuse ungemein häufig von Schwämmen, Hydractinien, Bryozoen usw. besiedelt sind, oft in einem Grade, daß von dem Gehäuse selbst nichts mehr zu sehen ist, wie bei der von einem Kieselhornschwamme (Suberites domuncula) überzogenen Wohnung des Pagurus callidus, die infolge der Wucherung des Schwammes um die Mündung des Schneckengehäuses noch

den Vorteil bietet, daß sie auch den Anforderungen des wachsenden Krebses nach Vergrößerung seines Schutzgehäuses gerecht wird. Am lehrreichsten sind die Beziehungen, die zwischen einigen Einsiedlerkrebsen (Pagurus callidus, P. Prideauxi) und manchen Seerosen (Sagartia parasitica, Adamsia palliata) zur Ausbildung gelangt sind. Auch hier hat man beobachtet, daß die Krebse sich die betreffende Actinie selbst auf ihr Gehäuse setzen, und daß letztere sich diesen Gewaltakt ohne Abwehrversuche gefallen läßt; auch hier erwachsen der Seerose aus der Teilnahme an den Mahlzeiten des Krebses gewiß namhafte Vorteile. Letzterer aber erfreut sich nicht nur einer vorzüglichen Kulisse, unter der verborgen er sein räuberisches Handwerk betreiben kann, sondern er genießt auch überdies noch erheblichen Schutz von seiten seines Reiters, indem die Actinie die Abwehr feindlicher Angriffe durch Ausschleudern langer Nesselfäden, der sog. Akontien, zu unterstützen sucht.[1]) In tieferem Wasser ist es namentlich die Gattung Epizoanthus, die von den Einsiedlerkrebsen verwendet wird, ja bei Catapagurus Sharreri findet sich sogar nicht selten eine „Triple-Alliance“, indem sich auf dem Epizoanthus americanus noch eine Adamsia sociabilis ansiedelt. Bei einem anderen koloniebildenden Polypen, der Podocoryne carnea, die in der Vielgestaltigkeit ihrer Individuen einen polymorphen Tierstock darstellt, hat man beobachtet, daß sie bei ihrer Besiedelung des Gehäuses von Pagurus Prideauxi rings um die Mündung der Schneckenschale, d. i. also um den Eingang der Zufluchtshöhle des Krebses, langfadenförmige, mit zahlreichen Nesselkapseln besetzte Wehrpolypen entwickelt, die mehrere Male taktmäßig gegen den Feind schlagen, der den Insassen zu beunruhigen wagt. Übrigens steht diese Benutzung der furchtbaren Nesselkapselwaffe der Coelenteraten durch andere nicht ganz vereinzelt da. Auch von einem Fische (Trachichthys) der javanischen

1) Über die Bedeutung einer in mancher Hinsicht ähnlichen Symbiose läßt sich zurzeit nicht mit gleicher Sicherheit urteilen. Es handelt sich um gewisse zu den Sipunculiden gehörige Würmer (Aspidosiphon), die eine leere Schnecke (Cerithium) bewohnen, welche nun regelmäßig von einer kleinen solitären Koralle (Heteropsammia, Heterocyathus) besiedelt wird. Da die Schnecke schließlich ganz im Kalk der Koralle verschwinden kann, vielleicht auch aufgelöst wird, so glaubte Semper (Existenzbedingungen p. 165 ff.), daß die Würmer ihre Wohnung direkt im Fußblatte der Korallen aufgeschlagen hätten.

Korallenriffe wissen wir, daß er sich dieselbe dadurch zunutze zu machen sucht, daß er in dem von den Tentakeln einer großen gelben Seeanemone umkränzten Raume seinen ständigen Aufenthalt nimmt. Die Actinie hütet sich merkwürdigerweise, ihn zu brennen, wird aber dafür auch — so beobachtete man wenigstens im Aquarium — von dem kleinen Symbionten dadurch belohnt, daß ihr derselbe die auf den Boden gefallenen Bissen aufhebt und ins Maul steckt, für sich selbst nur winzige Fäserchen des Beutestückes dabei abzupfend. Herausgetrieben aus jenem lebenden Schutzwall der Actinienfangarme waren die Fische im Aquarium binnen kurzem anderen Räubern zum Opfer gefallen. Eine andere Trachichthys-Art ist im Tentakelraum der Gattung Bunodes beobachtet.

b) Symbiose im Insektenstaat, Viehzucht, Sklaverei.[1])

Die ausgebildetste Symbiose findet sich wohl zwischen den Ameisen resp. Termiten und ihren „Gästen", woran sich dann Verhältnisse reihen, die, mit menschlichem Maßstabe gemessen, ganz wohl als Viehzucht und Sklaverei zu bezeichnen wären.

Etwa 300 Myrmecophilen, meist den Käferfamilien der Clavigeriden, Paussiden, Thorictiden, Staphyliniden (Lomechusa-Gruppe), Histeriden usw. angehörig, kennt man zurzeit, die zu den Ameisen als echte „Symphilen" im Sinne Wasmanns in so enger Beziehung stehen, daß sie nicht nur in deren Nestern Wohnung und Nahrung finden, sondern sogar vielfach unfähig sind, ohne ihre Freunde allein den Kampf mit dem Leben durchzuführen. Oft sind sie der Augen verlustig gegangen, und ihre Nahrung gewinnen sie dadurch, daß sie mit ihren keulenförmigen Fühlern die ihnen in den Weg kommenden Ameisenarbeiter so lange betupfen und anbetteln, bis diese einen Tropfen Futtersaft von sich geben, den sie dann mit ihrer breiten kurzen Unterlippe auffangen. Natürlich müssen sie für dieses Gefüttertwerden den Ameisen einen Gegendienst leisten, der ganz allgemein darin besteht, daß sie aus gelb oder rot gefärbten, bei den einzelnen Arten an verschiedenen Körperstellen entwickelten Büscheln von Drüsenhaaren ein ätherisches Öl ausscheiden, das von den Ameisen augenscheinlich als besonderer

1) Vgl. die Literatur auf S. 35 und 83, ferner Wasmann, E.: Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen. Münster. 1891.

Leckerbissen geschätzt und aufgeleckt wird. Eine besondere Ameisenähnlichkeit ist bei vielen dieser echten Ameisenfreunde in der Regel nicht ausgebildet, weil unnötig, und ebenso fehlen die Schutzorgane, welche oft genug die weniger harmlosen Synöken der Ameisen vor deren Verfolgungen wahren müssen.

Wie kompliziert übrigens im einzelnen die Beziehungen der Gäste zu den Ameisen sind, lehren unter anderen die zu den Raubkäfern gehörigen Lomechusa- und Atemeles-Arten, die zwar alle Merkmale echter Ameisenfreunde tragen, auch nebst ihren Larven sorgsam von den Ameisen gefüttert und gepflegt werden, trotzdem aber sich an der jungen Brut ihrer Wohltäter vergreifen, während ihre Larven es noch schlimmer treiben und bald den Bestand der Ameisenkolonie gefährden würden, wenn nicht die Ameisen bei ihrer Gewohnheit des liebevollen Reinigens und Umbettens unabsichtlich viele der nur durch einen zarten Kokon geschützten Puppen zugrunde richteten. Nicht weniger seltsam sind die Beziehungen eines winzigen Käfers, Thorictus Foreli, zu einer nordafrikanischen Ameise (Myrmecocystus viaticus). Forel entdeckte denselben in Oran und beobachtete, daß er einen Fühler der Ameise mit seinen Kiefern umklammert und sich so tragen läßt. Der Käfer erschien demnach zunächst als einfacher Epök. Weitere Untersuchungen ergaben dann, daß er in Anbetracht seiner gelben Haarbüschel, die auch regelmäßig von den Ameisen beleckt werden, als echter Ameisengast oder Symphile anzusprechen sei, bis Wasmann schließlich feststellte, daß das kleine Ungeheuer bei seiner Umklammerung des Ameisenfühlers letzteren mit seinen spitzen Unterkiefern durchbohrt und das aus der Wunde hervortretende Blut mit seiner Unterlippe aufleckt. Der „Ameisenfreund" hat sich somit zugleich auch als ein recht ungemütlicher Ektoparasit der Ameise entpuppt.

Eine etwas andere Stellung als die eben geschilderten Myrmecophilen nehmen die Blattläuse, Schildläuse und, als Ersatz hierfür in tropischen Gegenden, die kleinen Cikadenarten im Haushalte der Ameisen ein. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß diese Blattläuse von seiten der Ameisen einen gewissen Schutz genießen, indem man sie gegen andere Feinde schützt, ihnen wohl aus Sand oder Blättern ein Regendach, eine Schutzmauer baut, oder sie gar, soweit sie es vertragen können (Wurzelläuse Forda, Paracletus, Lachnus-Arten, Rhi-

zobius, Schildläuse), im Inneren des Nestes an noch lebenden Pflanzenteilen ansiedelt; im wesentlichen aber erscheinen die Vorteile, welche diese Tiere seitens der Ameisen genießen, gering gegen das, was sie selbst zu bieten vermögen, und hierin liegt eine gewisse Inferiorität der Blattläuse gegenüber den sie rücksichtslos ausnutzenden Ameisen, so daß der Vergleich mit der Viehhaltung des Menschen nicht unpassend erscheint. Es ist der stark zuckerhaltige, flüssige Kot der Blattläuse, den die Ameisen als Nahrung begehren, und zu dessen Abgabe sie ihre „Milchkühe" durch Streicheln mit den Fühlern zu bewegen wissen. Will man doch auch beobachtet haben, daß die Blattläuse diese Flüssigkeit zurückhalten, bis sie durch jenes Streicheln zur Abgabe veranlaßt werden. Wo immer solche Blattlauskolonien auf Kräutern und Bäumen auftreten, da sieht man zahlreiche Ameisen um sie bemüht, und verschiedentlich ist auch beobachtet, daß von Blattläusen gereinigte Pflanzen von den geschäftigen Ameisen aufs neue mit ihnen oder gar mit ihren Eiern besiedelt wurden. Auch von den Raupen der Bläulinge (Lycaena) ist bekannt, daß sie aus einer besonderen Rückendrüse im 11. Segment einen den Ameisen angenehmen Honigsaft ausscheiden und deswegen von ihnen besucht und geschützt werden. Eine ähnliche souveräne Ausnutzung „nachgeordneter" Tiere läßt die Verwendung der eigenen Larven als Spinnspulen erkennen, von der schon S. 51 berichtet wurde.

Von besonderem Interesse sind endlich noch die fremden Ameisenarten, die in sehr verschiedener Weise mit den Volksgenossen eines Ameisenstaates zusammenzuleben pflegen. Vielfach handelt es sich hierbei um eine einfache Synökie, indem namentlich gewisse winzige Spezies (z. B. Stenomma, Asemorhoptrum) nach Art der anderen Ameisengäste in allen drei Geschlechtern bei dem mächtigen Stammesverwandten Schutz und Wohnung gefunden haben. Echte Symbiose scheint dagegen bei den sog. „gemischten Kolonien" vorzuliegen, wie denn neuere Beobachtungen feststellten, daß gewisse Ameisenweibchen (z. B. Formica difficilis var. consocians) ihre Eier in weisellosen Kolonien anderer Arten (z. B. Formica incerta) ablegen und ihre erste Brut hier aufziehen lassen, bis später beide Arten sich wieder trennen. — Noch häufiger aber sind es nicht freiwillige Gäste, welche in den Gängen und Straßen der Ameisenstadt sich tummeln, sondern als Kinder aus fremden Kolonien

geraubte Sklaven, die nun, in der Fremde großgezogen und zum vollkommenen Insekt entwickelt, die Arbeitskolonnen ihrer Herren vergrößern. Mächtige Heersäulen waren aufgeboten worden, um dieses Ziel zu erreichen, gewaltige Schlachten und Überfälle, bei denen Tausende von Leichen das Feld deckten, waren nötig, um den unglücklichen Nachbarstaat zu vernichten und dessen Larven und Puppen in die Gefangenschaft fortzuführen. Nun aber das Schreckliche geschehen, und die geraubte Brut die erhofften Arbeitskräfte geliefert, herrscht Friede und bestes Einvernehmen zwischen Herren und Dienern. Erstere pflegen dann vielfach, so z. B. bei der blutroten Ameise (Formica sanguinea), vorwiegend den Außendienst zu übernehmen, das Herbeischaffen der Nahrung, der Baustoffe und weiteren Sklavenmateriales, während den Dienern vornehmlich die häuslichen Pflichten der Kinderwartung, der Wohnungspflege, der Bautätigkeit obliegen. In weiterer Entwickelung dieser eigenartigen Verhältnisse überlassen die Herren-Ameisen mehr und mehr die gesamte Arbeitslast den Sklaven, bis ihnen zuletzt, wie bei der Amazonenameise (Polyergus rufescens) auch die Kunst des selbständigen Fressens verloren geht, und sie von ihren Sklaven gefüttert oder wohl gar umher getragen werden müssen. Die Erklärung des Sklavenphänomens darf man wohl mit Wasmann aus den bereits oben erwähnten Beziehungen gewisser befruchteter Weibchen zu weisellosen Kolonien anderer Arten ableiten. Wasmann ist zu dem Ergebnis gelangt, daß sämtliche isolierte Königinnen der Raubameisen ihre neuen Kolonien mit Hilfe von Arbeiterinnen bestimmter fremder Arten begründen, daß also die Raubkolonien stets aus „Adoptionskolonien" (seltener „Allianzkolonien" zweier fremder Königinnen) hervorgehen.

Mit diesem Phänomen der Vieh- und Sklavenhaltung bei den Ameisen sind zweifellos Verhältnisse gegeben, die an die Herrschaft des Menschen über die von ihm in Zucht genommenen Lebewesen erinnern; eine ähnlich systematische Inanspruchnahme fremder Leistungen und Kräfte ist selbst bei den höchstorganisierten Wirbeltieren nicht zur Ausbildung gelangt.

V. Die Beziehungen der Tiere zu den Pflanzen.[1])

1. Die Reaktionsfähigkeit der Pflanze gegen die Außenwelt.

Von alters her sind wir gewohnt, die Pflanzen im Gegensatz zu den Tieren als rein passive Geschöpfe aufzufassen, die willen- und reaktionslos alles über sich ergehen lassen müssen, was die umgebenden Verhältnisse ihnen bringen. Wir fällen den Baum, wir pflücken die Blume und verzehren die Frucht, ohne dabei durch irgendwelche Reaktionserscheinungen daran erinnert zu werden, daß wir es mit lebenden Organismen zu tun haben. Empfindungslos, gleich dem Mineral, scheint die Pflanze nicht sowohl sich selbst zu leben, sondern in erster Linie dazu bestimmt, der höher organisierten Stufe des Lebens, der Tierwelt, das nötige Quantum organischen Nahrungsstoffes zu schaffen und darzubieten.

Diese Auffassung der Pflanze hat, zunächst langsam und zögernd, dann immer entschiedener und schneller, eine nicht unwesentliche Änderung in den Kreisen der Forscher erfahren. Anfangs waren es nur vereinzelte Erscheinungen, welche mit dem alten Dogma von der reinen Passivität der Pflanze nicht recht in Einklang zu bringen waren: die freie Beweglichkeit der niederen Algenformen im Wasser, die Schwärmsporen, die Sinnpflanzen mit ihrer kräftigen Reaktion gegen Stoß und Erschütterung. Bald erkannte man, daß auch in der Pflanzenwelt die Einflüsse der Umgebung, der anorganischen sowohl wie der organischen Kräfte, bestimmend und umformend auf den Organismus der Pflanze einwirken; eine Fülle von Anpassungen, ganz ähnlich denen, wie wir sie aus der Tierwelt kennen, an Boden und Feuchtigkeit, an Sonnenschein und Dürre, an andere Pflanzen wie vor allem auch an die mannigfaltigen Gestaltformen der in ihrem Wohngebiet lebenden Tiere wurde entdeckt, die

---

1) Vgl. Cohn, Ferd.: Die Pflanze. 2. Aufl. Breslau 1896.
Kerner von Marilaun, A.: Pflanzenleben. 2. Bd. Leipzig und Wien. 2. Aufl. 1896 und 98.
Kirchner, O., Loew, E. und Schroeter, C.: Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Bd. I Lief. 1—2. Stuttgart 1904.
Ludwig, F.: Lehrbuch der Biologie der Pflanzen. Stuttgart 1895.
Schimper, W.: Pflanzengeographie. Jena 1898.
Wiesner, J.: Biologie der Pflanzen. 2. Aufl. Wien 1902.

Fähigkeit aktiver Bewegungsleistungen der einzelnen Organe als eine allgemeine Eigenschaft auch der höheren Pflanzen erkannt, das Problem der Wachstumsrichtung von Achse und Wurzel unter dem Einflusse der Schwerkraft, des Lichtes, des Druckes usw. der Lösung näher gebracht, und heute zweifelt wohl kein Botaniker mehr daran, daß auch im Reiche der Pflanzen die Eindrücke der Außenwelt durch mancherlei Arten von spezifischen Organen, die man wohl geradezu als „Sinnesorgane"[1]) bezeichnet, aufgenommen werden und dann zu zweckentsprechenden Reaktionen führen. Selbstverständlich ist hiermit nicht gesagt, daß wir nunmehr der Pflanze ein bewußtes Wahrnehmen und Empfinden zuschreiben müßten. Derartige Analogieschlüsse sind höchstens erlaubt, wo wir, wie bei den höheren Tieren, ein dem unsrigen vergleichbares Zentralorgan als Empfangs- und Beurteilungsstation der äußeren Reize nachweisen können, versagen also bereits bei den niedersten Stufen auch des animalischen Lebens. Aber ebensowenig sind wir aus dem zuletzt angeführten Grunde gezwungen, das Leben der Pflanze, deren Formen ja ohnehin lückenlos in diejenigen der niederen Tierwelt übergehen, als von dem der Tiere grundsätzlich verschieden anzusehen. Vielmehr dürfen wir uns berechtigt fühlen, zum mindesten die Beziehungen der Tiere zu den Pflanzen nicht mehr von einem prinzipiell anderen Standpunkte aufzufassen, wie diejenigen zwischen den Tieren untereinander. Können wir doch ohne Zwang, und sogar mit logischer Notwendigkeit, bei einer Parallele zwischen diesen beiden Reihen von Erscheinungen unserem Gedankengange dieselbe Disposition zugrunde legen, die uns bei der Besprechung der Wechselbeziehungen verschiedenartiger Tierformen leitete. Obenan steht auch hier der Kampf, wie wir ihn zwischen Raubtier und Beute kennen lernten, die Inanspruchnahme der Pflanzenwelt als Nahrungsmaterial seitens der Tiere, und die Schutz- und Trutzmittel, welche den Pflanzen hiergegen zu Gebote stehen. Es folgt die Ausnutzung des einen Teiles ohne besonders feindliche Absichten, wie wir sie bei den Tieren als Synökie, Kommensalismus und Parasitismus entwickelt sahen, bis dann auf einer höchsten Stufe die gegenseitige Hilfeleistung als Symbiose in die Erscheinung tritt.

---

1) Vgl. Haberlandt: Die Sinnesorgane der Pflanze in: Verh. Vers. D. Naturf. und Ärzte. Breslau 1904.

2. Feindliche Beziehungen zwischen Tier und Pflanze.

a) **Pflanzenfresser** (Pflanzen-Raubtiere, Tierische Pflanzenparasiten).

Unter den von animalischer Kost sich nährenden Tieren konnten wir ziemlich scharf zwischen Raubtieren und Parasiten unterscheiden, von denen die ersteren das Beutetier in jedem Falle töten, um es mehr oder weniger ganz zu verzehren, während die letzteren im allgemeinen das Streben haben, möglichst lange auf Kosten ihres Opfers der Nahrungssorgen enthoben zu sein und daher — wenn überhaupt — vielfach nur durch ihre Überzahl oder nach längerer Ausnutzung den Tod des „Wirtstieres" herbeiführen. Eine solche Unterscheidung zwischen Tieren, welche die Pflanzen direkt töten und auffressen, also Pflanzen-Raubtieren, und solchen, welche nur parasitisch von deren Säften oder Organen sich nähren, also tierischen Pflanzenschmarotzern, ist aus verschiedenen Gründen nicht wohl durchzuführen. In erster Linie kommt hierbei in Betracht, daß, infolge der geringen Differenzierung der Gewebe für bestimmte physiologische Leistungen und der diffusen Verteilung des die Lebensprozesse bedingenden Protoplasmas, die Vernichtung des Lebens der Pflanze in der Regel nicht so einfach ist, wie bei den Tieren; sodann aber ist zu beachten, daß zahlreiche Pflanzen, ähnlich den Stöcken der niederen Tiere, als aus vielen fast selbständigen Individualitäten zusammengesetzt aufgefaßt werden müssen, die sich in ihren Schicksalen gegenseitig nur wenig beeinflussen. Mögen daher auch zahlreiche Blätter, Früchte, ja ganze Zweige etwa eines Baumes völlig vernichtet und verzehrt werden, so ist damit der Tod des Gesamtbaumes noch keineswegs besiegelt; und selbst wenn ein großes Pflanzen-Raubtier, etwa eine Kuh, die gesamten oberirdischen Teile der Gräser und Stauden einer Wiese in ihren gewaltigen Magen verschwinden läßt, so ist damit noch lange nicht gesagt, daß nicht alsbald aus unterirdischem Wurzelstock neue, lebenskräftige Schößlinge derselben Pflanzenindividuen hervorsprießen. Es soll durch diese Hinweise natürlich nicht geleugnet werden, daß gewisse Pflanzen unter Umständen gerade so durch übermächtige Eingriffe großer „Räuber" total vernichtet werden könnten, wie die Beutetiere der Raubtiere: das ist ja beispielsweise

zweifellos der Fall, wenn die weidende Kuh einjährige Pflanzen ganz aus dem Boden zieht oder abbeißt, oder wenn der Engerling die Pfahlwurzel des jungen Tannenbäumchens zerfrißt. Auch offenbare Parasiten kann man gewiß unterscheiden, die sich sogar, ganz wie bei den Tierschmarotzern, in Ektoparasiten (die Blattläuse, Schildläuse, Cikaden usw.) und in Endoparasiten (die Minierer, Borkenkäfer, Holzbohrer, Obstmaden usw.) trennen lassen. Allein die angeführten Extreme sind durch ein solches Heer von unklassifizierbaren Verzehrern pflanzlicher Stoffe verbunden, daß jeder Versuch, hier scharfe Grenzen zu ziehen, als unnatürlich aufgegeben werden muß.

Das Quantum lebender Pflanzensubstanz, das Tag für Tag von den Tieren vertilgt wird, ist ein ganz ungeheures, da auf ihr die Existenz der gesamten Tierwelt mit Einschluß der Raubtiere beruht. Nur die Pflanze ist ja imstande, aus den unorganischen Bestandteilen der Luft und des Bodens organische Stoffe herzustellen, die dann entweder direkt als pflanzliche Nahrung oder durch den Umweg über die Pflanzenfresser als animalische Nahrung zum Aufbau der Tierkörper Verwendung finden. Was eine einzige Herde Affen oder gar Elefanten in einer Nacht in den Pflanzungen der Tropen vernichten kann, wie der nach Milliarden von Individuen zählende Heuschreckenschwarm binnen wenigen Minuten weite, blühende Gefilde in graue Wüste verwandelt, ist oft genug geschildert worden. Aber auch in Europa ist der Wild- und Forstschaden ein stehendes Kapitel, und Tausende von Quadratkilometern Landes müssen einzig und allein für die Ernährung unseres Viehstandes bereitgestellt werden.

Während die größeren Tiere, wie namentlich die Huftiere und manche Nagetiere unter den Säugetieren, aber auch die Heuschrecken, vorwiegend die ganze Pflanze oder doch deren saftige Teile verzehren, pflegen sich die kleineren, von den Vögeln bis herab zu den Insekten und Schnecken, mehr zu spezialisieren, indem sie bald diese bald jene Organe der Pflanze als Nahrung bevorzugen. Schnecken, Raupen, Blattwespenraupen und zahlreiche Käferlarven haben es vornehmlich auf die Blätter der Pflanzen abgesehen, wobei nicht selten von den einzelnen Arten nur ganz bestimmte Pflanzenspezies ausgewählt werden. Als Verwüster der Nadelwaldungen kennen wir die Nonne, die Forleule, den Kiefernspinner, den Kiefernspanner, die Kiefernblatt-

wespe und viele andere, als Zerstörer des Laubes den Maikäfer, den Buchenspinner, den Goldafter, Schwammspinner, Eichenprozessionsspinner usw. An unseren Obstbäumen fressen Ringelspinner und Goldafter, an unseren Kohlpflanzen die Raupen der Weißlinge und Kohleule. Samen und Früchte werden namentlich von vielen Vögeln verspeist, wie Nuß- und Eichelhäher, Kernbeißer, Kreuzschnabel, Distelfink, Drosseln (Beerenfrüchte), während das Heer der Insekten mehr schmarotzend in deren Innerem lebt, wie die bekannten Wicklerraupen unserer Äpfel, Birnen und Pflaumen, die Kirschenfliege (Spilographa), die Larven des Haselnußbohrers (Balaninus), des Himbeerkäfers (Bythurus), der Erbsen- und Linsenkäfer, des Getreiderüßlers (Calandra), des „Kleespitzmäuschens" (Apion), der Weizengallmücke (Diplosis) usw. beweisen mögen. Selbst eine Gattung der Fadenwürmer (Tylenchus tritici) hat sich das Innere des Getreidekornes zum Aufenthalt ausersehen, wie denn neben den reifenden Früchten auch vielfach der Blütenboden, die Blüten- und Blattknospen (Frostspanner, Blütenstecher oder Anthonomus) von tierischen Schmarotzern befallen werden. An grünen Stengelorganen wie auch an den Blättern und Zweigen saugen die Blattläuse, Schildläuse, Zikaden, Wanzen, an oder in den Halmen hausen die Hessenfliege (Cecidomyia destructor), die Halmfliege (Chlorops taeniopus), die Stengelälchen, im Inneren der Zweige die Larven vieler Bockkäfer, Sesien, Wickler usw. Der feste Stamm wird von den verschiedenen Borken- und Splintkäfern, den Bockkäfern, Rüsselkäfern (die auch oft Rinde nagen), Holzbohrern (Anobium), Weidenbohrern, Holzwespen heimgesucht, und nicht geringer ist die Zahl derer, die, wie die Engerlinge, die Maulwurfsgrille, die Reblaus und andere Wurzelläuse, die Saatschnellkäferlarven, die Zwiebelfliegen (Merodon, Eumerus, Anthomyia), Möhrenfliegen (Psila rosae), Radieschenfliegen (Anthomyia radicum), die Rübenälchen (Heterodera schachti) usw. usw. den unterirdischen Organen der Pflanze zu Leibe gehen. Mit einem Wort, es existiert keine Pflanze, kein Pflanzenorgan, das nicht von irgendwelchen Tieren als Nahrungsquelle begehrt würde.

Eine besondere Erwähnung verdienen an dieser Stelle die Gallen[1]) der Pflanzen und ihre Erzeuger. Bereits S. 22

---

1) Vgl. Roß, H.: Die Gallenbildungen (Cecidien) der Pflanzen, deren Ursachen, Entwickelung, Bau und Gestalt. Stuttgart 1904. — Größere

wurde auf die große Zahl der Tierformen hingewiesen, welche solche Gallen hervorrufen, und zwar, wie es nach den neuesten Untersuchungen wenigstens bei den Gallwespen scheint, durch den Reiz, den das Sekret der Malpighischen Gefäße der Larven auf das Pflanzengewebe ausübt. Da es sich um eine Wucherung des letzteren handelt, von der die Larve sich nährt, so werden wir nicht umhin können, die Gallentiere als echte Parasiten der Pflanzen in Anspruch zu nehmen. Was aber die ganze Erscheinung vom Parasitismus trennt und fast an symbiotische Verhältnisse gemahnt, das ist die merkwürdige Tatsache, daß viele Gallen, offenbar mit zum Nutzen des im Inneren verborgenen Parasiten, Schutzvorrichtungen gegen den Angriff von Feinden erkennen lassen. Hierher gehört die oft sehr harte äußere Rinde, bzw. eine innere Steinschicht um die Wohnkammer (Cynips collari, tinctoria usw.), die Häufung des bitteren Gerbstoffes, die Produktion langer, oft Klebstoffe absondernder Fransengebilde (Rhodites rosae usw.), die Ausscheidung von Honigsäften (Cynips quercus mellariae usw.) zur Anlockung von Ameisen als Schutzgarde usf. Man wird wohl annehmen müssen, daß alle diese und andere, den Parasiten vor Nachstellungen sichernden Einrichtungen erst durch langwierige, auf Pflanze und Tier gleicherweise einwirkende Naturauslese sich herausgebildet haben. In einzelnen Fällen (z. B. bei Poa nemoralis) kann die Galle der Pflanze von direktem Nutzen sein, indem sie Veranlassung zur Bildung von Wurzeln an den Stengelgliedern und damit von neuen Stecklingen gibt.

Wie auf dem Lande, so ist auch die Vegetation des süßen und Meerwassers der Ausnutzung durch die Tierwelt ausgesetzt. Eine große Rolle spielen hier namentlich die einzelligen niederen Algen, die im Meere, bei dem völligen Fehlen sonstigen Pflanzenlebens auf hoher See, als die eigentliche Grundlage und Quelle der gesamten Formenmannigfaltigkeit des marinen Tierlebens zu betrachten sind. Mögen die ersten Vertilger dieser Myriaden von Diatomeen, Desmidiaceen, Peridineen, Oscillarien usw. auch mikroskopische Protozoen, Rädertierchen, Larven und vor allem Crustaceen (Copepoden, Cladoceren) sein: sie dienen wieder größeren zur Nahrung, den Flossenfüßern, Kielfüßern, Jungfischen, Heringsarten usw., bis

---

Werke über Gallen sind von Darboux und Horord, von Eckstein, Kieffer, Schlechtendahl usw. veröffentlicht.

schließlich, unter Einschaltung oft noch weiterer Zwischenstufen, auch der Appetit der größten und gefräßigsten unter ihnen, der Wale und Haie, befriedigt werden kann.

Kurz hervorgehoben mag noch werden, daß die Pflanzen infolge ihres Festgewurzeltseins vielfach auch rein mechanische Schädigungen seitens der Tiere erleiden, wie solche in ähnlichem Maße bei den Tieren nicht annähernd zu beobachten sind. Wühlmäuse und Maulwürfe entblößen die zarten Wurzeln vom Erdreich, hindern deren Funktion und bringen sie zum Eintrocknen. Wo ein Rhinozeros, eine Büffel- oder Elefantenherde hintritt, da wächst, sozusagen, kein Gras, und auch die Reiher, Kormorane, Krähen usw. können durch die Massenhaftigkeit des Kotes ihrer Horstkolonien die von ihnen besiedelten Bäume ernstlich schädigen. Einer besonderen Erwähnung bedarf hier auch der Biber, der durch Fällen der Bäume für seine Deichbauten ganze Lichtungen in den Urwäldern zu schaffen vermag.

α) Schutz- und Trutzmittel der Pflanzen gegen die Tiere.[1])

Die Erkenntnis, daß die Pflanze der ins Unermeßliche gehenden Ausbeutung durch die Tiere im Laufe von Jahrmillionen nicht reaktionslos gegenübergestanden hat, sondern in der verschiedensten Weise mannigfache Schutzmittel ausbildete, die sich in vieler Beziehung den früher besprochenen Schutzmitteln der Beutetiere an die Seite stellen lassen, ist verhältnismäßig jungen Datums; sie hat uns das Verständnis einer Fülle von Einrichtungen und Erscheinungen des pflanzlichen Organismus erschlossen, deren Bedeutung bis dahin vollkommen rätselhaft erschien.

Natürlich werden wir bei der im Boden wurzelnden Pflanze eine ganze Reihe von Mitteln kaum entwickelt finden, welche das Beutetier seinen Verfolgern zu entgehen vermag. So vor allem die Flucht und das Versteck, da eben

1) Vgl. Errera, L.: Un ordre de recherches trop négligé: L'efficacité des structures défensives des plantes. Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique XXV, Bruxelles 1886.
Kerner v. Marilaun, A.: Die Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäste. 2. Aufl. Innsbruck 1879.
Stahl, E.: Pflanzen und Schnecken. Eine biologische Studie über die Schutzmittel der Pflanzen gegen Schneckenfraß. Jena 1888.

die höhere Pflanze an den Standort gebannt ist und auch, infolge ihrer Abhängigkeit vom Licht, nicht einmal imstande wäre, an besonders versteckten Örtlichkeiten, wie Höhlen usw., ihr Dasein zu fristen. In gewissem Sinne läßt sich indes wohl der unzugängliche Standort vieler Pflanzen an steilen Felswänden und Mauern als Flucht vor den Feinden deuten, und auch das namentlich bei Holzgewächsen übliche Hinauswachsen über das Größenmaß der Landtiere könnte man als wirksamen Schutz der in den Kronen entwickelten Blätter, Blüten und Früchte auffassen, wenn nicht die Not des Daseins zahllose Tiere infolgedessen mit Hilfsorganen ausgestattet hätte, die es ihnen als Kletter- und Flugtieren ermöglichen, ihr Nahrungsbedürfnis auch in jenen luftigen Regionen der Baumwipfel zu befriedigen. Zudem ist nicht zu vergessen, daß für das Himmelanstreben der Pflanze jedenfalls noch ein anderer Faktor von maßgebender Bedeutung war: das Bedürfnis, im Kampfe mit den konkurrierenden Mitpflanzen die assimilierenden Organe möglichst unbehindert dem für den Chemismus der Pflanze so unentbehrlichen Lichte darzubieten. — Wenn infolge des Lichtbedürfnisses ein Sichverstecken der ganzen Pflanze auch unmöglich ist, so hat sie es doch vielfach erreicht, daß wenigstens wichtigere Teile, wie die als Nahrungsspeicher dienenden Zwiebeln, Knollen und Rhizome im Schoße der Erde geborgen sind. Auch die Früchte reifen zuweilen unterirdisch, sei es, daß nur diese eine Art von Erdfrüchten erzeugt wird (Geokarpie), wie bei der Erdnuß (Arachis hypogaea) und anderen Papilionaceen (Trifolium subterraneum, Astragalus hypogaeus usw.), sei es, daß daneben auch noch oberirdische Früchte zur Entwickelung kommen (Amphikarpie), wie bei manchen Wicken (Vicia angustifolia, lutea, narbonensis), Platterbsen, Schaumkrautarten (Cardamine chenopodifolia usw.). In vielen Fällen kann zweifellos auch die Ansiedelung in dichtem Gestrüpp und in Hecken, oder die Vergesellschaftung Tausender von Individuen als Äquivalent des Sichversteckens der Tiere betrachtet werden.

Weit besser lassen sich mit den diesbezüglichen Verhältnissen im Tierreich diejenigen Einrichtungen der Pflanze in Parallele stellen, die dazu dienen sollen, durch Einwirkung auf die Sinne den Tieren die Lust zum Fressen zu nehmen.

Schon der Geruch spielt hierbei eine nicht unbedeutende Rolle. Die ätherischen Öle vieler Labiaten und Umbelliferen,

wie der Salbei, des Thymians, der Lavendel, des Fenchel, Koriander, die Allylverbindungen des Knoblauchs, der Zwiebeln, die widrigen Ausdünstungen des Hanf, des Stechapfels, des Bilsenkrautes, des Schierlings, der Osterluzei und zahlreicher anderer Pflanzen sind wohl geeignet, eine Menge nahrungsgieriger Feinde abzuschrecken.

Noch ungleich verbreiteter sind die mannigfachen Vorrichtungen, welche dem fressenden Tiere den Appetit verderben sollen. Im allgemeinen lassen sich diese Schutzmittel in mechanisch wirkende und in chemische unterscheiden. Zu ersterer Kategorie gehört zunächst schon die dicke feste Korkrinde, mit welcher die Pflanze ältere Achsenorgane umgibt und so namentlich die zarte Kambiumschicht als den Sitz der wichtigsten Lebensfunktionen zu schützen strebt. Auch die feste Cuticularschicht der lederartigen, immergrünen Blätter wird in gleicher Weise die Angriffsgefahr herabmindern. Vor allem aber sind es reichliche Imprägnationen der Gewebe mit Kieselsäure und Kalksalzen, die sich als wirksamster Schutz gegen das Gefressenwerden erweisen. So wissen wir in bezug auf die reich mit Kieselsäure beladenen Schachtelhalme, Riedgräser und mancher Gräser, daß sie vom Weidevieh verschmäht werden, ja das Borstengras (Nardus stricta) mit seinen stechenden Blättern wird von den Kühen der Alpentriften sogar vorsichtig ausgerissen, ehe sie sich die dazwischen sprießenden Kräuter und zarteren Gräser zu Gemüte führen. Mit Kalksalzen sind manche Pflanzen, wie namentlich gewisse Steinbrecharten (Saxifraga aizoon, mutata, cotyledon usw.) und Erysimum-Arten dergestalt beladen, daß dieselben als starre Plättchen auf der Oberfläche der Blätter zutage treten. Ungleich verbreiteter aber sind die sog. Raphiden, d. h. kleine, nadelförmige Kriställchen aus oxalsaurem Kalk, welche bündelweise im Inneren der Zellen lagern und, wie die Erfahrung lehrt, die Schleimhäute der sie fressenden Tiere in oft schlimmer Weise affizieren. Unter den Dikotyledonen erfreuen sich besonders die Rubiaceen, d. h. die Waldmeister- und Labkrautarten, der Weinstock, die Weidenröschen (Epilobium, Circaea, Fuchsien) dieses Schutzes, unter den Monokotyledonen die Rohrkolben, der Aronsstab, die Calla, die Orchideen, Schneeglöckchen und viele andere Zwiebelgewächse. Namentlich Schnecken zeigen nach den Untersuchungen Stahls gegen die Insulten dieser Raphiden die stärkste Abneigung,

aber auch Kaninchen gingen nach Darreichung gewisser raphidenreicher Pflanzen zugrunde, und selbst der Mensch verspürt nach dem Genuß des Aronsstabes ein heftiges Brennen der Schleimhäute.

Zu den chemischen Mitteln, durch welche die Pflanze sich vor dem Gefressenwerden zu schützen sucht, gehört ein ganzes Arsenal der verschiedensten Substanzen, die uns zum nicht geringen Teile als wirksame Arzneistoffe und Gifte geläufig sind. Außerordentlich verbreitet als Appetitsverderber des pflanzlichen Gewebes sind die verschiedenen Gerbsäuren mit ihrem herben, zusammenziehenden Geschmack. Unsere Eichen, Birken, Pappeln, Erlen sind reich daran, aber auch im Quebrachoholz, in den Sumacharten, in der Katechu-Mimose, in der Chinarinde, im Tee usw. finden sich große Mengen derselben. Durch ihre Säure schrecken ab der Sauerampfer, der Sauerklee, die Begonien. Die ätherischen Öle, die zugleich auch starken Geruch zu verbreiten pflegen, den Insekten aber nicht unangenehm zu sein scheinen, wurden schon oben erwähnt; sie finden sich namentlich bei vielen Lippenblütlern, Doldenpflanzen und Kreuzblütlern, sodann auch im Waldmeister, im Ruchgras, in den Kamillen, dem Rainfarn, dem Kampferbaum usw. Bitterstoffe schützen die Enziane, das Tausendgüldenkraut, die Arnica, Preißelbeere, manche Hahnenfußgewächse, die Farne, Lebermoose usw., Glykoside die Nachtschattengewächse, den Fingerhut, die Nieswurz, den Kalmus, die Einbeere, die bittere Mandel, den Kirschlorbeer und viele andere. Noch verbreiteter sind wohl die Alkaloide, zu denen ja viele der stärksten Pflanzengifte gehören. Erwähnt seien hier nur die Alkaloide der Ranunculaceen (Caltha, Aconitum), der Mohngewächse (Papaver, Chelidonium), der Nachtschattengewächse (Tabak, Tollkirsche, Stechapfel, Bilsenkraut), des Schierlings, der Herbstzeitlose, der Krähennuß (Strychnos nux vomica), neben denen auch die Milchsäfte vieler Euphorbien (z. B. des Manzanillenbaumes Hippomane Südamerikas) als giftig zu nennen sind.

Zu bemerken ist bei diesen mechanischen und chemischen Stoffen, welche das Gewebe vor den Angriffen der Tiere schützen sollen, daß sie sämtlich keinen vollkommenen Schutz gewähren, sondern nur die große Masse oder gewisse Gruppen von Tieren abzuwehren vermögen, während andere sich nicht

oder kaum in ihren Angriffen stören lassen. Dies gilt beispielsweise von den durch Raphiden geschützten (namentlich gegen Schnecken) Labkräutern, die mit Vorliebe von gewissen Schwärmerraupen (Sphinx galii, elpenor usw.) gefressen werden, dies gilt aber selbst für die furchtbarsten Gifte, die das Pflanzenreich hervorzubringen vermocht hat, wie denn z. B. die Beeren der Tollkirsche ohne Schaden von den Amseln und Drosseln, deren Blätter von einem Erdfloh (Haltica atropae) verzehrt werden, und selbst das schreckliche Strychnin der Krähennuß in den Nashornvögeln seine Liebhaber findet. Dennoch dürfen wir annehmen, daß der beabsichtigte Schutz durch diese „Anpassungen" einzelner Tierarten selbst an sonst tödlich wirkende Gifte nicht illusorisch wird, da immerhin dem Ansturm der Masse ein Riegel vorgeschoben ist, und die Individuen einer Art niemals in solcher Menge auftreten, daß sie das Fortbestehen der Pflanzenart — und hierauf kommt es an — durch ihr Fressen gefährden könnten. Schon lange vor der Ausrottung der Pflanze würde sie selbst in furchtbarster Weise durch Nahrungsmangel dezimiert werden (Selbstregulierung).

Erwähnt sei schließlich noch, daß manche dieser durch Giftstoffe geschützten Pflanzen, ganz wie gewisse Tiere, nun auch „Warnfarben" ausgebildet zu haben scheinen, um sich den Pflanzenfressern leichter kenntlich zu machen. Man rechnet hierher die Scharlachfarbe der Pfefferschote (Capsicum), der Beeren des Kellerhals (Daphne), des Fliegenpilzes, mancher Gallen, die roten Flecke des Schierlingsstengels wie des betäubenden Kälberkropfes, und von den Javanern erzählt man, daß sie ihre Äcker durch eine Hecke rotblütiger Pflanzen gegen Wildschweine zu schützen pflegen.

Auch die Nachahmung wehrhafter Pflanzen seitens harmloser und ungeschützter Formen, eine Abwehrmethode, die wir ja bei den Tieren als Mimicry so mannigfaltig entwickelt sahen, ist zuweilen unverkennbar (Lamium, Campanula trachelium), wie denn ja schon der Volksmund die große Ähnlichkeit gewisser Lippenblütler mit der wehrhaften Brennessel durch die Bezeichnung „taube Nessel" charakterisiert hat. Dem giftigen Fliegenpilze gleicht der wohlschmeckende Kaiserling, den giftigen Milchlingen (Lactarius torminosus) der köstliche Reizker (L. deliciosus).

Was nun des weiteren die Trutzmittel der Pflanze betrifft, so wurde ja auf die feste Borkenpanzerung der Holzstämme,

die dicke Cuticularschicht der immergrünen Blätter schon bei den Schutzmitteln gegen das Gefressenwerden hingewiesen. Hinzugefügt mag hier nur werden, daß ebenso auch zahlreiche Früchte und Samen (Haselnuß, Walnuß, Kokosnuß, Samen der Beerenfrüchte) durch äußerst feste und widerstandsfähige Schalen vor dem Gros ihrer Feinde geschützt sind. Weitaus die häufigsten Trutzmittel aber erkennen wir in Bildungen, welche, nach Art des Stachelkleides der Seeigel, Igel, Stachelschweine usw., dazu bestimmt sind, das angreifende Tier zu verwunden und damit zurückzuschrecken. Die Mannigfaltigkeit der Ausbildung dieser Dornen, Stacheln, Stechborsten, Brennhaare usw. ist eine außerordentlich große, und ebenso die Zahl der Pflanzenformen, die sich dieser Abwehrmittel zu erfreuen haben. Namentlich Steppen- und Wüstengegenden, in denen infolge der Ungunst der klimatischen Verhältnisse die spärlichen Blätter eines besonderen Schutzes bedürfen, sind reich an solchen Stechpflanzen; nach Stapf besitzt z. B. allein die Flora von Iran nicht weniger als 500 Spezies derselben. Außer Früchten (echte Kastanien, Roßkastanien, Stechapfel usw.) bedürfen besonders die grünen, saftigen Teile der Pflanze, die Blätter und grünen Stengel, des Schutzes, und zwar kann man im allgemeinen unterscheiden zwischen Organen, die ihre eigenen Waffen tragen, und solchen, die nur von anderen, dornigen Gebilden benachbarter Teile geschützt werden. Von Pflanzen, die völlig der grünen Blätter entbehren, deren Assimilation also durch grüne Stengelorgane besorgt wird, sind vor allem die Cacteen und baumförmigen Euphorbien mit ihrer aus umgewandelten Blättern gebildeten Dornenbewaffnung, sodann die Ruscus-Arten, gewisse Spargelarten (Asparagus horridus), wie die südamerikanischen Colletien zu nennen. Die Blätter selbst sind, wo sie auftreten, häufig nur durch eine stechende dolchartige Spitze geschützt, so bei vielen Juncus-Arten und Gräsern, manchen Sempervivum, den Yucca usw.; bei zahlreichen Gräsern und Riedgräsern sind die beiden Seitenränder durch Einlagerung von Kieselsäure scharf und schneidend gemacht, oder sie haben die Gestalt einer stacheligen Säge angenommen, wie die der Agaven, Bromelien, Aloë und der in unserem Süßwasser heimischen Wasseraloë (Stratiotes). Sehr charakteristisch ist die Bedornung der Blätter unserer Distelarten, vieler Solaneen, des Acanthus usw., wo außer den dornspitzigen Blattzipfeln oft

auch auf der Fläche Dornen zur Ausbildung gelangen. Mit einfachen Stechborsten begnügen sich die Rauhblätter (Boraginaceen), wie der Natterkopf, der Beinwell, der Boretsch, und noch wieder andere wissen sich nur durch dichten Haarfilz (Verbascum, Stachys-Arten) dem Angreifer unangenehm zu machen. Zu den Pflanzen, deren Blätter unbewehrt sind, dennoch aber durch sie überragende Dornen der verholzten Zweige geschützt werden, gehören viele unserer Heckensträucher, der Schleedorn, der Weißdorn, die Berberitze, der Sanddorn (Hippophaë), die wilden Apfel- und Birnbäume und manche Genista- und Cytisus-Arten. Bei den Mimosen ziehen sich die Blätter durch Zusammenklappen und Abwärtsbiegen geradezu unter die nun frei hervorstarrenden Dornen zurück. Einen Übergang zwischen beiden Gruppen bilden gewissermaßen die Palmen mit ihren stacheligen Blattstielen. Bei den Rosen und Brombeeren sind vornehmlich die Schößlinge sowie auch die grünen Stengelorgane mit Stacheln besetzt, und bei der Akazie (Robinia) sitzen am Grunde des Blattstiels zwei zu Stacheln umgewandelte Nebenblätter.

Die bisher betrachteten Stechorgane der Pflanze gleichen den einfachen Stiletten der Seeigel, Igel und Stachelschweine; aber auch Vorrichtungen, die sich den im Tierreiche so verbreiteten Giftwaffen — der Verbindung von Gift und Dolch — an die Seite stellen lassen, sind im Pflanzenreiche nicht eben selten. Von einheimischen Formen gehören hierher allerdings nur die Brennesseln, deren Brennhaare beim Abbrechen mit feiner glassplitterartiger Spitze in die Wunde dringen und dabei einen brennenden, Ameisensäure und ein giftiges Enzym enthaltenden Saft ausfließen lassen. Solcher Nessel kennt man bereits über 100 Arten, die zum Teil ungleich gefährlicher wirken, als die einheimischen Formen. Wird doch beispielsweise von der javanischer Urtica stimulans berichtet, daß ihr Stich sogar Starrkrampf erzeugen kann, und die Urtica urentissima von Timor soll jahrelang die wütendsten Schmerzen verursachen. Neben den Nesseln sind dann noch die gefürchteten Brennwinden (Loasaceen), die in etwa 100 Arten im tropischen Amerika verbreitet sind, mit ähnlichen Vorrichtungen versehen, während andere Pflanzen, wie die Brennpalme (Caryota), die Zuckerpalme (Arenga), der äthiopische Pfefferbaum (Habzelia), der Upasbaum (Antiaris toxicaria) usw. durch Brennsäfte geschützt sind.

Von besonderem Interesse ist es, daß manche Pflanzen ihre Abwehrmittel nur bis zu der Höhe entwickeln, bis zu welcher die Weidetiere das Laub zu erreichen vermögen. So ist es bei den wilden Birnbäumen und Prunus-Arten mit ihren Zweigdornen, so auch bei der Stechpalme, deren Krone dornenlose Blätter trägt.

Ein absoluter Schutz wird natürlich auch durch die Ausbildung von Waffen nicht erreicht. Wissen wir doch, daß der Esel selbst die stachligste Distel nicht verschmäht, daß die verwilderten Pferde der mexikanischen Steppe die stachelstarrenden Kaktuszweige mit den Hufen abschlagen, um an dem austretenden Saft den Durst zu löschen, und daß die Raupen des kleinen Fuchs gerade die Nesselblätter trotz ihrer Brennhaare zur Nahrung wählen.

Während die zuletzt betrachteten Schutzmittel vorwiegend die Abwehr der großen Pflanzenfresser bezwecken, gibt es endlich noch eine Reihe von Einrichtungen, welche ausschließlich gegen das Heer der ungeflügelten Insekten und das Emporklimmen derselben am Stengel gerichtet sind, vornehmlich wohl, um diese zu verhindern, sich des in den Blüten für andere Zwecke produzierten Honigs zu bemächtigen. In erster Linie kommen hier Hindernisse in Betracht, die meist unter den Knoten der Stengelglieder angebracht sind, und die entweder aus einer Zone starrer, abwärts gerichteter Borsten bestehen (Galeopsis), oder aber aus einem Klebringe, der ganz den Leimringen der Forstleute und Obstzüchter entspricht und am besten bei der Pechnelke (Lychnis viscaria), aber auch bei Silene viscosa und nutans, Robinia viscosa usw. zu beobachten ist. Statt des Stengelringes sind oft auch Grundblätter (Primula glutinosa, viscosa), Laubblätter (Senecio viscosus) und Hochblätter nebst Kelchblättern (Collomia, Cerastium glutinosum usw.) klebrig, oder ein Wachsüberzug des Stengels verhindert das Emporklettern (Salix daphnoides). Auch Isolierung der oberen Stengelglieder durch Wasserbecken, die von den am Grunde miteinander verwachsenen gegenständigen Blättern (Dipsacus, Silphium, Gentiana lutea) oder durch Blattrosetten (Bromeliaceen) gebildet werden, ist nicht selten, und der beim Salat aus den Blattstielen schon bei leisester Berührung austretende Milchsaft ist geeignet, die emporkriechenden Insekten festzuleimen. — Sehr mannigfache Vorrichtungen zum Schutz der inneren Organe hat

dann auch die Blüte selbst aufzuweisen, sei es, daß sie den Zugang zum Inneren oder doch zu gewissen Teilen durch die Form und Stellung der Blumenkrone, resp. durch Stellung der Blütenteile selbst erschwert, sei es, daß sie besondere Haardickichte (Menyanthes, Thymus), reusenartige Haarringe (Lamium, Stachys, Boraginaceen) oder Schuppen (Myosotis, Lithospermum, Omphalodes usw.) und Höcker (Galeopsis) zu gleichem Zwecke ausgebildet hat.

Als wunderbarste Erscheinung in dem Kapitel der Schutzvorrichtungen ist zum Schluß auch hier schon auf die Tatsache hinzuweisen, daß zahlreiche Pflanzen es verstanden haben, gewisse Tiere in ihren Dienst zu stellen, um von diesen entweder gegen unliebsame Besucher verteidigt (Ameisen), oder aber von schädlichen Pilzwucherungen befreit zu werden (Milben). Da es sich hier aber um ein Gegenseitigkeitsverhältnis, um eine Form des Mutualismus, handelt, so werden diese Beziehungen erst in einem späteren Kapitel eingehender zu besprechen sein.

β) Hilfsmittel der Tiere beim Erwerb der Pflanzennahrung.

Wie die Pflanze im Laufe der geologischen Epochen infolge ihrer Reaktionsfähigkeit in ihrer gesamten Organisation vielfach durch die Tiere und deren Eingriffe in ihr Leben beeinflußt wurde, so auch werden wir im Reiche der Tiere zahllose Anpassungen an die seitens der Pflanze gegebenen Bedingungen annehmen müssen.

In erster Linie mußte die Art der Nahrung, die von der Pflanze in so großer Mannigfaltigkeit der physikalischen und chemischen Beschaffenheit geboten wird, auf die Organe der Nahrungsaufnahme und -verdauung von bestimmendem Einfluß werden und eine immer weitergehende Spezialisierung herbeiführen. Ein Tier, das vorwiegend nur den flüssigen Substanzen in der Pflanze, dem Zellsafte oder dem Honig der Blüten, seine Aufmerksamkeit zuwandte, mußte im Laufe seiner phylogenetischen Entwickelung andere Mundwerkzeuge erwerben, als die Liebhaber des festen Zellgewebes; es wurde mit einem Saugrohr ausgestattet, das in dem einen Falle allein für die Aufnahme des offen zutage tretenden Blütenhonigs genügte (Schmetterlinge, Bienen, manche Fliegen), im anderen dagegen, wo es sich um das Erbohren des im Inneren der Gewebe befindlichen Zellsafts

handelte, noch mit einem Stechapparate ausgestattet sein mußte (Wanzen, Zikaden, Blattläuse, Schildläuse). Nicht minder erforderte die verschiedene Konsistenz des festen Pflanzengewebes Kauorgane mannigfachster Konstruktion und Härte, da es selbstverständlich anderer Werkzeuge bedarf, die feste Nuß zu knacken, das Holz der Eiche oder gar das steinharte Endosperm der Elfenbeinnuß zu zerschroten, als das zarte Laub oder die zergehende Pulpa saftiger Beerenfrüchte in mundgerechte Bissen zu zerlegen. Auch der Chemismus der Verdauung wurde von dieser Spezialisierung betroffen. Am auffallendsten zeigt sich dies bei den Insekten, von denen viele ja nur auf die Ausnutzung einer einzigen Pflanzenart sozusagen abgestimmt sind und elend verhungern, wenn ihnen nicht gerade diese zu Gebote steht. Dabei werden dann von diesen Spezialisten oft die stärksten Gifte, das Kraut und die Früchte der Tollkirsche, das Bilsenkraut, die Krähennuß, die Fliegenpilze und vieles andere ohne Schaden den Verdauungsorganen zugeführt.

Neben der verschiedenen Konsistenz und chemischen Beschaffenheit der Nahrung ist dann auch der Ort, wo dieselbe von der Pflanze dargeboten wird, von weitgehendem Einfluß auf die gesamten Organisationsverhältnisse der Tiere geworden. Die Wurzelfresser mußten die zu unterirdischer Lebensweise passenden Eigenschaften erwerben, die auf die oberirdischen Teile der Pflanze angewiesenen Formen aber hatten in der Mehrzahl die Kunst des Kletterns und im weiteren Verlauf der Entwickelung auch die noch viel schwerere Kunst des Fliegens zu erlernen, wenn sie nicht Mangel leiden wollten. Kletterfüße, Stemmschwanz und Wickelschwanz, Fallschirme, Flughäute und Flügel konnten nur zur Entwickelung kommen, wo eine reiche, nie versagende Nahrungsquelle die Tierwelt vom Erdboden in luftige Höhen lockte.

Auch noch manche anderen spezifischen Ausbildungen der tierischen Organe sind auf die Beziehungen zur Pflanzenwelt als Nahrungsspenderin zurückzuführen: So die Entwickelung der Backentaschen der Nager und Affen, des mehrfach geteilten Magens der Wiederkäuer, die Sammelapparate für den Blütenstaub bei den bienenartigen Tieren, die Enzyme der Gallinsekten, welche das Pflanzengewebe zu den so eigenartigen Wucherungen veranlassen usw.

Schließlich sei noch kurz darauf hingewiesen, daß neben diesen durch die Aufnahme pflanzlicher Nahrung bedingten An-

passungen nun auch Brutpflege und Schutzbedürfnis der Tiere in ähnlicher Weise seitens der Pflanze beeinflußt wurden. Die Eiablage im Inneren der Knospen, Blätter, Rinden, der Nestbau, die Bohrtätigkeit der Borkenkäfer usw. erfordern sämtlich Organe und Instinkte, die dem hierbei in Frage kommenden Pflanzenmaterial entsprechen müssen, und ebenso liegt es auf der Hand, daß Farbe und Form der an Blatt und Zweig und Rinde den Blicken der Feinde sich entziehenden Insekten in jedem einzelnen Falle eben den betreffenden Organen der Wohnpflanze angepaßt sind.

b) Pflanzen mit animalischer Ernährung.

Während die pflanzenraubenden Tiere, wie schon erwähnt, durch zahllose Übergänge mit den tierischen Pflanzenparasiten verbunden sind, lassen die auf animalische Kost angewiesenen Pflanzen fast noch besser als die Tierraubtiere und Parasiten eine scharfe Scheidung in Raubpflanzen und pflanzliche Tierparasiten zu.

α) Fleischfressende Pflanzen[1]) (Tier-Raubpflanzen).

Mit der landläufigen Auffassung von der durchaus passiven Rolle, welche die Pflanze im Naturgetriebe spiele, steht wohl keine andere Erscheinung so sehr im Widerspruch, als die bereits seit dem 18. Jahrhundert bekannte, aber erst durch Charles Darwin[1]) genauer studierte und in seiner Bedeutung gewürdigte Tatsache, daß es eine größere Zahl von Pflanzenarten — man schätzt sie insgesamt auf etwa 400 — aus verschiedenen Familien gibt, die mehr oder weniger komplizierte Einrichtungen zum Fange von Insekten besitzen, deren lösliche Bestandteile sie dann resorbieren und so einen Teil ihres Stickstoffbedarfs decken. Gefunden werden solche Pflanzen vorwiegend auf stickstoffarmem Torf- und Moorboden. Die tatsächlich erfolgende Zersetzung und Lösung der gefangenen Kadaver ist durch zahlreiche Versuche außer Frage gestellt und ebenso die Resorption der gelösten Stoffe, die dann in vielen Fällen auch eine erhöhte Produktion von Samen — bei Drosera bis zu mehr als dem Fünffachen der ungefütterten Pflanzen — zur Folge hatte.

1) Vgl. Darwin, Ch.: Insektenfressende Pflanzen. Deutsch von Carus. Stuttgart 1877.
Göbel, K.: Pflanzenbiologische Schilderungen. Bd. II, Marburg 1891, S. 51—214 (Insektivoren, mit Literaturverzeichnis).

Die Methoden, nach welchen der Fang der Tiere sich vollzieht, sind sehr mannigfacher Art. Im allgemeinen pflegt man die drei Gruppen der Schlauchfänger, der Drüsenfänger und der Schließfänger zu unterscheiden.

Zu den Schlauchfängern gehören in erster Linie unsere einheimischen, auch sonst weitverbreiteten Wasserschlauchgewächse oder Utricularia-Arten. Dieselben besitzen an ihren im Wasser schwimmenden, fadenförmigen Stengeln zwischen den haarfein zerteilten Blättern eigentümliche, etwa linsengroße Bläschen, die, wie sich nach näherer Untersuchung herausstellt, durch eine nach innen schlagende, von langen Borstenhaaren umgebene Klappe geschlossen sind. Diese Klappe ist sehr elastisch und gibt bei dem geringsten Drucke nach, so daß kleine Wassertiere, wie Muschelkrebse, Wasserflöhe, Cyclops-Arten, Naiden usw., die dagegenstoßen, wohl leicht hinein, nicht aber wieder heraus können. Bis zu 24 kleinen Krebschen hat man in einer einzigen solchen Blase beobachtet, in deren Innerm sie dann nach wenigen Tagen zugrunde gehen und — unter Beihilfe von Bakterien — verwesen. Die hieraus sich ergebenden gelösten Substanzen werden von besonderen stäbchenförmigen Saugzellen an der Innenwand der Blase resorbiert. Die Utricularien müßten also strenggenommen als Aasfresser bezeichnet werden, da sie keine verdauenden Säfte, wie manche weiter unten zu besprechenden Pflanzen, ausscheiden. In den Tropen finden sich unter den Utricularien auch Landpflanzen mit unzerteilten Blättern, die aber ebenfalls Fangblasen besitzen. Die rein tropische Gattung Genlisea zeigt im Bau ihres schlauchförmigen Fangapparates sogar einen Übergang zu den Einrichtungen der „Kannenträger". Ähnliche Fangvorrichtungen in Gestalt bläschenförmiger, von Blattabschnitten gebildeter und durch Klappenvorrichtung verschließbarer Hohlräume sind sodann auch von gewissen Lebermoosen (Pleurozia, Colurolejeunia) des tropischen Asiens bekannt.

Eine zweite Gruppe der Schlauchfänger umfaßt die sog. Kannenpflanzen im weiteren Sinne, d. h. tropische Pflanzen, deren Blattstiele unmittelbar unter der kleinen, oft deckelartigen Blattspreite zu einem weiten, schlauch- oder krugförmigen Behälter umgeformt sind, der etwa halb mit einer meist von der Pflanze selbst aus besonderen Zellen am Grunde der Kannen ausgeschiedenen und dann oft sauer reagierenden, pepsinartige

Fermente enthaltenden Flüssigkeit, seltener auch mit Regenwasser angefüllt ist. Durch grelle, meist rote, braune oder gesprenkelte Färbung pflegen diese Kannen, ganz wie Blüten, schon aus der Ferne sich bemerklich zu machen; an den Innenrändern des Kruges, und zuweilen schon in einer als Wegweiser dienenden Längsbahn der Außenfläche desselben, wird reichlich Honig ausgeschieden, der von vielen Insekten begehrt ist. Unter dieser Honigzone im Inneren des Kruges befindet sich nun entweder eine durch Wachsausscheidung spiegelblank „gebohnerte" Fläche (Nepenthes), von der die naschenden Tierchen abrutschen und in den wassergefüllten Zuber fallen, oder es finden sich hier gekrümmte, glatte Stachelorgane (Saracenia, manche Nepenthes), die ebenfalls das „Abstürzen" bewirken und zugleich den etwa wieder emporkletternden Opfern den Ausweg versperren. Die obere Öffnung des Kruges ist durch die darüber lagernde Blattspreite in der Regel vor dem Eindringen des Regens geschützt und oft sogar derart überhängend (Saracenia, Darlingtonia), daß die Insekten nur schwer den Ausweg finden können. Die in das Wasser des Behälters gefallenen Tiere ertrinken und werden hier entweder von Spaltpilzen zersetzt (Saracenia, Darlingtonia), so daß sich oft eine mehrere Zentimeter tiefe Schicht von zergehenden Insektenleibern am Grunde der Kannen ansammelt, die eine Art flüssigen Düngers bildet, oder es findet mit Hilfe der pepsinhaltigen sauren Flüssigkeit eine direkte „Verdauung" statt (Nepenthes), deren gelöste, stickstoffhaltige Zersetzungsprodukte dann von den Wandungen des Behälters aufgesogen werden.

Von den sog. Drüsenfängern besitzt wohl das in Portugal und Marokko an dürren Orten verbreitete Taublatt (Drosophyllum lusitanum), dessen Stengel und lang linealische Blätter der ganzen Länge nach mit drüsigen, roten, eine klebrige, saure Flüssigkeit ausscheidenden Härchen besetzt sind, die einfachste Fangvorrichtung. Das anfliegende oder aufkriechende Insekt wird in kurzer Zeit von den sich leicht ablösenden Drüsentröpfchen beklebt und umflossen, erstickt und wird nun von ähnlichen, aber ungestielten Drüsengebilden zwischen den roten Klebdrüsen, die dann eine saure Flüssigkeit ausscheiden, zersetzt und ausgesogen. Von irgendwelchen Bewegungserscheinungen an diesen Drüsenorganen des Drosophyllum ist also nichts wahrzunehmen. Anders bei den zahlreichen Arten des Sonnentaus (Drosera),

von denen ja auch drei einheimische Arten auf unsern Mooren nicht selten sind. Auch hier ist die Blattspreite, die in diesem Falle eine rundliche oder spatelförmige Fläche darstellt, dicht mit langen, roten Drüsenhaaren besetzt, die an ihrer Spitze je ein wasserhelles, klebriges Tröpfchen ausgeschieden haben, so daß sie wie mit Tautröpfchen benetzt erscheinen. Sobald nun ein kleineres Insekt mit einer dieser am Ende ein Klebtröpfchen tragenden Wimpern des Blattes in Berührung kommt, so bleibt es in der zähflüssigen, fadenziehenden Masse hängen und erstickt binnen kurzem dadurch, daß die Stigmen von dem Safte sich verkleben. Die Borste selbst aber beginnt nach wenigen Minuten nach der Mitte des Blattes zu sich einwärts zu krümmen; es folgen nach und nach mit der gleichen Bewegung die Nachbarborsten, so daß nach 1—3 Stunden fast sämtliche Wimpern des Blattes sich um das Beutetier mit ihren Spitzen versammelt haben, reichlich saure, pepsinhaltige Flüssigkeit ausscheidend und so die Zersetzung des Kadavers gemeinschaftlich betreibend. Auch die Blattfläche selbst nimmt an dieser Einkrümmung teil, und einige australische Arten schließen sogar die Blätter mit großer Geschwindigkeit. Nach einigen Tagen ist der ganze Prozeß beendet, die verdauende, mit den löslichen Stoffen des Tierkörpers beladene Flüssigkeit wieder resorbiert, und die Wimpern nehmen zu neuem Fang ihre frühere Stellung ein. Die Reaktion auf Fremdkörper bei diesen Borsten der Drosera ist eine ganz ungemein empfindliche. Hat doch Darwin nachgewiesen, daß ihre Krümmung noch erfolgt, wenn sie von einem Haarstückchen von $^1/_5$ mm Länge oder einer Spur phosphorsauren Ammoniums von $^1/_{30\,000}$ mgr Gewicht gereizt werden. Besonders hervorzuheben ist hierbei, daß jene wunderbaren Bewegungen der Fangborsten, wie auch die Ausscheidung des verdauenden Pepsins, nur erfolgen, wenn das den Klebtröpfchen zum Opfer gefallene Objekt ein stickstoffhaltiger Körper, also in der Regel ein Tier oder ein zur „Fütterung" dargereichtes Fleischstückchen war, während diese Reaktionen, mit Ausnahme der vermehrten Flüssigkeitsausscheidung, ausbleiben, sobald es sich nur um stickstoffreie Mineralstoffe oder Pflanzenpartikel handelt.

Die dritte Hauptabteilung der fleischfressenden Pflanzen, die sich eng an die „Drüsenfänger" anschließt, ist diejenige der „Schließfänger". In gewissem Sinne kann man schon das

in unseren Mooren wie in den Alpen so häufige Fettkraut (Pinguicula) mit seiner grundständigen Rosette kahler, länglich elliptischer, hellgrüner Blätter hierher rechnen. Die ganze Oberfläche dieser Blätter ist mit zahllosen pilzförmigen Drüschen besetzt, die einen klebrigen und verdauenden Saft ausscheiden, sobald stickstoffhaltige Körper darauf gelangen. Daneben aber besitzt nun noch der schon ohnedies im Ruhezustand etwas nach oben aufgebogene Rand der Blätter die Fähigkeit, auf den Reiz der anfliegenden und festklebenden Insekten sich weiter umzurollen und das gefangene Tier behufs besserer Verdauung völlig einzuhüllen. Weit vollkommener als dieser Apparat ist derjenige der berühmten Venusfliegenfalle (Dionaea muscipula), einer südamerikanischen Droseracee, bei welcher die beiden Hälften der fast kreisförmigen Blattfläche auf geeigneten Reiz wie die Klappen einer Falle zusammenschlagen. Auch hier ist die Blattfläche mit zahllosen purpurnen und dadurch die Insekten anlockenden Drüschen besetzt, die aber nur in Funktion treten und verdauenden Saft absondern, wenn ein stickstoffhaltiger organischer Körper zwischen den Klappen gefangen ist. Das Zusammenklappen erfolgt, wenn eine der sechs langen, gelenkig auf der Blattfläche eingepflanzten, auf beide Blatthälften gleichmäßig verteilten, langen Wimperborsten (Tastborsten) berührt wird, und zwar innerhalb weniger Sekunden, wobei dann die lang zahnartig eingeschnittenen Ränder der beiden Klappen nach dem Zusammenlegen fingerartig ineinander greifen und so das Entrinnen der Beute, falls diese nicht zu groß und kräftig, verhindern. Der ganze Apparat zeigt also eine Arbeitsteilung, die den Drosera-Blättern noch fehlt: äußerst empfindliche Sinnesborsten, die eine Bewegung der Blatthälften auslösen; daneben einen Drüsenapparat auf den letzteren, der erst in Funktion tritt, wenn tatsächlich Nährstoffe zu verdauen sind. Unorganische Partikelchen und stickstoffreie Pflanzenteilchen bewirken wohl die Auslösung des Klappenmechanismus, wobei die Sinnesborsten der Fläche sich umlegen, nicht aber ein Funktionieren der Drüsenzellen. Vielmehr schlagen die beiden Blattflächen in diesem Falle nach verhältnismäßig kurzer Zeit wieder auseinander, während sie bei stickstoffhaltigen Substanzen 8—14 Tage lang geschlossen bleiben, bis die Verdauung vollendet und die aus der Zersetzung resultierende Flüssigkeit resorbiert ist. Erwähnung verdient, daß auch in Deutschland, wenn auch selten, eine sonst mehr dem

Süden angehörige Droseracee vorkommt, die einen ähnlichen, doch nicht ganz so vollkommenen Fangmechanismus für kleinere Wassertierchen besitzt. Es ist die hie und da in Teichen und Seen wurzellos schwimmende Aldrovanda vesiculosa.

Schließlich sei noch bemerkt, daß auch ein im Pferdemist lebender Schimmelpilz (Arthrobotrys oligospora) als Tierfresser bekannt geworden ist; er fängt kleine Rundwürmer (Anguilluliden) mit Schlingen seiner Mycelfäden, die dann in das Innere des Wurmes hineinwuchern und ihn aussaugen.

Von irgendwelchen Schutz- oder Abwehrmitteln der Tiere gegen den Fang durch die Pflanzen ist bis jetzt nichts bekannt geworden; doch verdient es Erwähnung, daß namentlich in den Krügen der Saracenien vielfach die Larven von Fleischfliegen (Musca usw.) beobachtet sind, die sich in dem zergehenden Insektenbrei entwickelten. Da gerade der Saft der Saracenien keine oder nur geringe verdauende Eigenschaften besitzen soll, so wäre hier eine besondere „Anpassung" der Fliegenmaden wohl nicht anzunehmen. Anderseits habe ich in den Krügen der Nepenthes auf Java regelmäßig auch eine Anzahl lebender Mückenlarven gefunden, die hier augenscheinlich ihre gesamte Entwickelung durchmachten. In diesem Falle wird man, im Hinblick auf die stark verdauende Flüssigkeit der Nepenthes, kaum umhin können, diesen Mückenlarven eine besondere, für den speziellen Fall erworbene Widerstandsfähigkeit gegen jene Verdauungsflüssigkeit zuzuschreiben.

β) Pflanzliche Tierparasiten.[1])

Die Pflanzen, welche nach Art der tierischen Schmarotzer ihre Nahrung dem lebenden Tierkörper entnehmen und ihn hierdurch mehr oder weniger schädigen, gehören sämtlich der Klasse der Pilze an. Die ungeheure Rolle, welche die tiefststehende Gruppe derselben, die der Spaltpilze oder Bakterien, in der gesamten organischen Welt und so auch im Organismus der Tiere mit Einschluß des Menschen spielt, ist ja erst in den

1) Vgl. Cooke, M. C.: Vegetable wasps and plant worms. A popular history of entomogenous fungi, or fungi parasitic upon insects. London 1892.
Zopf, W.: Die Pilze in: Schenk, Handb. d. Botan. IV, S. 507 ff. Breslau 1890.
Ferner: Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten. Stuttgart und Ulm 1891 bis 1905.

letzten Jahrzehnten in ihrem vollen Umfange erkannt worden. Ich erinnere hier nur an die furchtbaren Plagen der Pockenkrankheit, der Lepra, der Diphtheritis, des Scharlachs, der Masern, der Cholera, der Tuberkulose, des Milzbrands, des Rotlaufs, der Rotzkrankheit, die nebst der „Rose", der Aktinomykose oder Strahlenpilzkrankheit, der Zahnfäule, dem Mäusetyphus und anderen Krankheiten ganz ausschließlich auf diese Spaltpilze zurückzuführen sind. Aber auch höhere Pilzformen aus sehr verschiedenen Gruppen treten vielfach als mehr oder minder schädliche Parasiten der Tiere auf. Selbst bei den Urtieren, den Rhizopoden und Infusorien, sind Pilze aus der Gruppe der Algenpilze oder Phycomyceten (Chytridium, Olpidium, Pythium usw.) nachgewiesen. Das gleiche gilt von den Würmern und niederen Krebsen. Von Pilzen mancherlei Art werden sodann die Insekten befallen, bei denen sich oft furchtbare, zum Teil zur Bekämpfung der Engerlinge, Heuschrecken usw. bereits künstlich durch den Menschen hervorgerufene Epidemien entwickeln, wie die berüchtigte Muscardine oder Seidenraupenkrankheit (Isaria bassii, zu den Pyrenomyceten) der Schmetterlinge, die Pilzkrankheit durch Empusa- und Entomophthora-Arten (Algenpilze) der Mücken, Fliegen, Raupen, Blattläuse, Käfer, die Cordiceps-Krankheit (zu den Pyrenomyceten) der Schmetterlingsraupen, bei denen lange, hirschgeweih- oder keulenartige Gebilde aus dem Körper hervorwachsen, und andere. Unter der durch Saprolegria-Arten (zu den Phycomyceten) erzeugten Krankheit haben namentlich die Flußkrebse („Krebspest", in Verbindung mit einer Bakterienart) und die Fische zu leiden. Schimmelartige Pilze (Aspergillus) verursachen oft schwere Lungenentzündungen der Vögel, während die Meltaupilze teils als Soorpilz (Oidium albicans) im Munde der Kinder und Haustiere verbreitet sind, teils als Kopfgrind (Achorion schönleini), Rasierflechte (Trichophyton tonsurans) usw. die Haut des Menschen und verschiedener Säugetiere zerstören. Auch in den Kalkskeletten der Korallen, den Hornfasern der Schwämme, in den Schalen der Seepocken, Schnecken und Muscheln sind vielfach Pilzwucherungen nachgewiesen; doch können vielleicht manche dieser Vorkommnisse, bei denen ja nicht das lebende Tier, sondern nur dessen mit organischen Stoffen durchsetztes Gehäuse den Nahrungsstoff bietet, mit gleichem Rechte auch als Synökie aufgefaßt werden.

3. Einseitige Ausnutzung der anderen Partei ohne feindliche Absicht.

a) Ausnutzung der Pflanzen durch die Tiere.

Wie die Pflanze dazu gezwungen ist, in letzter Instanz für die gesamte Tierwelt das nötige organische Nahrungsmaterial herzugeben, so muß sie es sich bei ihrer geringen aktiven Wehrkraft auch gefallen lassen, von den Tieren noch nach manchen anderen Richtungen für ihre Zwecke ausgenutzt zu werden. In vielen Fällen stellt sich diese Ausnutzung unter der Form der einfachen Synökie dar, doch gibt es auch mancherlei Beispiele, in denen die Pflanze gewissermaßen nur das Werkzeug bildet, dessen das intelligentere Tier sich zu seinen Zwecken bedient — ein Fall, der in bezug auf Tiere nur in der Verwendung der Ameisenlarven als „Spinnspulen" seine Parallele hat —, ja in denen wir ein so souveränes Eingreifen in die Lebensschicksale gewisser Pflanzenarten beobachten, wie wir es sonst nur vom Menschen bei der Pflege seiner Kulturpflanzen zu sehen gewohnt sind.

Bei der ungeheuren Fülle von Verstecken, welche die Pflanze in ihren verschiedenen Gestaltungen und Organbildungen bietet, ist es ohne weiteres verständlich, wenn die große Masse der Tiere den allseitig drohenden Feinden durch möglichste Ausnutzung dieser Verstecke zu entgehen sucht. Selbst größere Säugetiere, die sich im Dickicht des Waldes bergen, sind in gewissem Sinne Synöken desselben; mit noch viel mehr Recht aber gilt dies von allen den kleineren Tierarten, die die Pflanze selbst zum Wohnsitz erkoren haben. Ein großer Teil von diesen findet ja zugleich auch seine Nahrung an oder in der Pflanze und scheidet daher hier aus; aber es gibt auch Formen, die auf rein animalische Kost angewiesen sind und dennoch den Schutz oder die Beihilfe der Pflanze begehren. Im Wasser befestigen zahlreiche Insekten, Schnecken und Fische ihre Eier an den dort wachsenden Pflanzen. Unter der lockeren Rinde der Bäume hausen die Krabbenspinnen, die Bücherskorpione, die Skolopender und andere, in den Baumhöhlen die Fledermäuse, die Wiesel und Wildkatzen. An den Zweigen hängen die Nester der Wespen und Ameisen, und auch die Mehrzahl der Vögel hat ihr Heim in den Höhlungen oder im Geäst der Bäume aufgeschlagen. Viele Säugetiere, wie die meisten Affen, die Halbaffen, zahlreiche

Nager, Marder und selbst Beuteltiere führen ein solches Baumleben, daß man sie ebenfalls ohne Vorbehalt als Synöken derselben bezeichnen kann.

Daneben zeigt die Verwertung der Pflanze zu rein „technischen Zwecken" namentlich seitens der höheren Tiere eine ziemliche Mannigfaltigkeit. Bereits S. 29 wurde von den Wespen berichtet, daß sie ihre Nester aus zerkauten Pflanzenfasern herstellen; auch der Blattschneidebienen und Mohnbienen wurde gedacht (S. 23), und ebenso der Ameisen, deren Nestbaumaterial durch große Vielseitigkeit ausgezeichnet ist. Vor allem aber sind hier die Vögel namhaft zu machen, die so ziemlich alles für ihren Nestbau zu verwerten wissen, was die Pflanze an Stoffen hervorbringt, von den dürren Reisern, dem Bast und der Rinde bis zu den Grashalmen, dem Moos, den Flechten, den feinen Flughaaren der Weidenkätzchen, ja bis zu den Algen des Meeres. Einförmiger sind im allgemeinen die Nester der Säugetiere und Fische (Stichlinge); einer besonderen Erwähnung bedürfen nur noch die Burgen und vor allem die gewaltigen Deichbauten der Biber, zu deren Herstellung mannsdicke Bäume gefällt werden.

Eine höchst seltsame Anwendung machen manche Krebse (Hyas, Stenorhynchus usw.) von den Rottangen des Meeres, indem sie dieselben abrupfen und an Häkchen ihres Chitinpanzers befestigen. Hier treiben diese Tangzweige bald eine Haftscheibe, mit der sie auf dem Panzer sich verankern, so daß nun der Krebs unter dem Schutz eines ihn verbergenden Algenbusches seinem räuberischen Tagewerk nachgehen kann. Man könnte versucht sein, dabei von einer Synökie der Alge mit dem Krebs zu sprechen, wenn nicht das aktive Verhalten des letzteren uns zwänge, hier die einfache, wenn auch raffinierte Ausnutzung der wehrlosen Pflanze als das Hauptmoment aufzufassen. Im Anschluß hieran sei auf gewisse baumbewohnende Ameisen (Azteca- und Camponotus-Arten) hingewiesen, welche ihre Nester mit Peperomien (zu den Piperaceen) bepflanzen und so vor den Sonnenstrahlen schützen.

In dieselbe Kategorie der Ausnutzung der lebenden Pflanze, und zwar noch entschiedener in einer an menschliche Verhältnisse erinnernden Weise, gehört der berühmte Getreidebau und die Pilzzucht der Ameisen. Abgesehen von gewissen südeuropäischen Ameisen (Atta barbara), die einfach, wie ja viele andere Tiere auch, Grassamen in größeren Mengen als Vorräte einsammeln,

handelt es sich vornehmlich um die Gewohnheit der mexikanischen Reisameise (Pogomyrmex barbatus), welche auf dem breiten Glacis ihrer umfangreichen Erdnester ein besonderes Gras, Aristida oligantha, derart aussäet und durch Ausjäten aller anderen Pflanzen beschützt, daß jedes Nest von einem schon aus der Ferne sichtbaren Gürtel dieses „Getreides" umgeben ist. Zur Reifezeit werden die Früchte desselben von den Ameisen eingesammelt und die keimenden Körner durch Abbeißen der Wurzel in Malz verwandelt, worauf sie als Nahrung verwendet werden. Noch seltsamer sind die Pilzkulturen der Blattschneideameisen, mancher Termiten und Scolytiden. Die Blattschneide- oder Sauba-Ameisen (Atta discigera, hystrix, cornuta usw.) sind in Südamerika schon lange gefürchtet wegen ihrer Gewohnheit, die Bäume und besonders auch mancherlei Kulturbäume, dadurch zu entlauben, daß sie große Stücke aus den Blättern herausschneiden und dieselben in ihre Wohnung tragen. Lange Zeit war nicht zu ergründen, welchem Zwecke diese seltsame Gewohnheit dienen könne, da die Blätter augenscheinlich nicht gefressen wurden. Erst Alfred Möller[1]) ist es gelungen, den Sachverhalt aufzuklären, indem er nachwies, daß diese Blattstücke von einer besonderen Sorte Arbeiter zerwirkt und als Pflanzenbrei in den Galerien des Baues aufgespeichert werden. In diesem magazinierten Pflanzenbrei nun entwickelt sich bald unter sorgfältiger Pflege der kleinsten Arbeitersorte in überaus üppiger Weise das Mycel (Hyphengewebe) eines zu den Agariciden gehörigen Pilzes (Rozites gongylophora), der überall da, wo er aus der Masse zutage tritt, massenhaft kleine Fadenanschwellungen (die sog. „Kohlrabihäufchen") bildet, die dann den Ameisen zur Nahrung dienen. Ähnlich wie die Sauba-Ameisen verfahren die Haar-Ameisen (Apterostigma) und die Höcker-Ameisen (Cyphomyrmex) derselben Gegenden, nur daß sie statt der Blätter Holzfasern und Bohrmehl zur Kultur ihrer Pilze verwenden, und daß die letzteren meist noch nicht bis zur Bildung jener eigenartigen, als Zuchtprodukt aufzufassenden „Kohlrabihäufchen" vorgeschritten sind. Auch hier aber haben wir zweifellos in jener zerkauten, bei jedem Umzug sorgfältig mitgeführten Pflanzenmasse gewissermaßen Kulturbeete zu erblicken, in denen die Lieblingsnahrung der Ameisen nach allen Regeln der Kunst gezüchtet wird.

1) Vgl. Alfred Möller: Die Pilzgärten südamerikanischer Ameisen. Jena 1893.

Daß schließlich, bei der fundamentalen Verschiedenheit der Ernährungsweise von Tier und Pflanze, auch echter Kommensalismus sich ausbilden könne, sollte man kaum für möglich halten. Dennoch glaube ich, die schon früher erwähnte Tatsache des Auftretens gewisser Mückenlarven in den Nepentheskannen, ja selbst der Fliegenlarven in den Schläuchen der Saracenien ohne Bedenken hierher rechnen zu dürfen. Die fleischfressende Pflanze hat sich in ihrer Kanne mit Hilfe der ausgeschiedenen Flüssigkeit aus den gefangenen Insekten eine Nährlösung hergestellt; aus dieser oder den für die Nährlösung bestimmten Kadavern bestreiten auch die Mücken- und Fliegenlarven den Bedarf für ihre Entwickelung: sie sind also wahre Kommensalen der Nepenthespflanze.

b) Ausnutzung der Tiere durch die Pflanzen.

Obwohl die Pflanze infolge der Fähigkeit, aus den Gasen der Luft und den Salzen des Bodens ihren Körper aufzubauen, der freien Ortsbewegung entraten kann, soweit es sich lediglich um die Frage der Ernährung handelt, so gibt es doch im Lebenslaufe des pflanzlichen Organismus zahlreiche Momente, für welche die Fortbewegung bestimmter Organe von höchster Wichtigkeit ist. Es gehört hierher unter anderem die Übertragung des Blütenstaubes auf die Narbe und die Verbreitung der Samen und Früchte, deren von diesen umschlossene Embryonen nur dann Aussicht haben, zu vollgültigen Exemplaren heranzuwachsen, wenn sie nicht in dem von der Mutterpflanze bereits okkupierten und beschatteten Boden und nicht im dichten Gedränge der Geschwister, sondern möglichst verstreut und im frischen Nährboden keimen. Für diesen Transport der bewegungsbedürftigen Teile nimmt die Pflanze, sofern sie nicht selbst durch besondere Schleuderapparate sich helfen kann, alle sich ihr darbietenden Kräfte, den Wind, das Wasser, vor allem aber die mit ihr denselben Bezirk bewohnenden Tiere in Anspruch. Letztere sind natürlich zu solchen Dienstleistungen in der Regel nur bereit, wenn sie ihren eigenen Vorteil gewahrt sehen, oder wenn ihnen sozusagen ein entsprechender Lohn für die Ausführung des Transportes gewährt wird, so daß sich hier ein ungemein vielgestaltiges Bild wunderbarer und oft peinlich geregelter Wechselbeziehungen entwickelt hat, das wir in einem folgenden Kapitel des näheren zu betrachten haben werden.

Zuweilen aber haben die Pflanzen es verstanden, auch ohne Gegenleistung die Tiere sich dienstbar zu machen, sie einfach auszunutzen, und diese Fälle sind es, die für uns hier allein in Betracht kommen.

α) Verbreitung der Samen und Früchte durch Anhaften.[1])

Von den Stubenfliegen und anderen Insekten ist bekannt, daß sie nicht selten am Rüssel, an den Tarsen usw. mancherlei Spaltpilze und Pilzsporen mit sich führen und hierdurch oft die Verbreiter schlimmer Krankheiten werden. Auch von den Conidien des Honigtau ausscheidenden Mutterkornpilzes weiß man, daß sie vornehmlich durch Fliegen und Käfer (Oedacantha melanura) in die Blüten des Getreides gelangen. Groß ist sodann die Zahl der Früchte, Samen und abgerissenen Pflanzenteile, die von den Wasservögeln auf ihren Wanderungen von einem See und Tümpel zum anderen verschleppt werden, sei es, daß schwimmende Samen an ihrem Gefieder hängen bleiben, sei es, daß sie am Ufer ihre Füße mit samenhaltigem Schlamm beschmutzen, oder wohl gar beim Emporfliegen ganze Büschel von Algen, Wasserlinsen, Charen, Wasserpest usw. mit in die Luft nehmen.

Von Pflanzen, deren Samen oder Früchte auf der Oberfläche des Wassers schwimmen und daher leicht dem Gefieder anhaften, sind zu nennen: die Froschkrautarten (Batrachium), der Wasserfenchel (Oenanthe phellandrium), das Tausendblatt (Myriophyllum), die Knöteriche (Polygonum), der Froschlöffel (Alisma), Pfeilkraut (Sagittaria), Igelskolbe (Sparganium) usw. Was aber die Reichhaltigkeit des Schlammes an Samen, namentlich einjähriger Ufer- und Sumpfpflanzen, wie Nasturtium, Veronica, Centunculus, Peplis, Limosella, Juncus usw. betrifft, so konnte Darwin aus 220 g desselben nicht weniger als 537 Keimpflanzen erziehen, und Kerner von Marilaun hat ähnliche Resultate erhalten. Auch auf dem festen Lande kann, besonders nach Regen, an den Hufen, Zehen, Haaren, Federn der Tiere mit der anklebenden Erde eine Menge Samen verschleppt werden, wie denn Darwin aus 200 g solchen Schlammes

---

1) Vgl. Hildebrand, F.: Die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig 1873.
Huth, E.: Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Tiere. Bibl. bot. Heft 9, Kassel 1887.

von den Füßen des Rebhuhnes 82 keimende Samen gewann, die der Hauptsache nach den verbreitetsten Unkräutern und Ackerpflanzen angehörten.

Während es sich in den angeführten Fällen um eine mehr zufällige und jedenfalls nicht durch irgendwelche spezifische Einrichtungen geregelte Verschleppung handelt, sehen wir bei einem großen Teile der phanerogamischen Landpflanzen — man schätzt sie auf mehr als ein Zehntel aller Phanerogamen — Vorkehrungen getroffen, die nur dem einen Zweck dienen, die Tiere als unfreiwillige Transport- und Zerstreuungsmittel der Samen und Früchte in Anspruch zu nehmen. Seltener wird dieses Ziel durch Klebstoffe erreicht, mit deren Hilfe die Samen und Früchte vorüberstreichenden Tieren sich anleimen, wie dies bei den mit klebriger Fleischwarze versehenen, den Hufen der Schafe und Rinder anhaftenden Samen der Herbstzeitlose, den Samen der Kürbisgewächse, Misteln, Pittosporium, bei den Früchten des Beifuß, den mit klebrigen Drüsenhaaren besetzten Fruchtkelchen der Salvia glutinosa oder dem klebrigen Perigon der australischen Pisonia usw. der Fall. Weit häufiger findet dieses Sichanheften an vorübergehende Tiere (und Menschen) mit Hilfe von Klettvorrichtungen statt, die sich in der Regel als mit Widerhaken versehene Borsten, aber auch als mächtige, an der Spitze klauenartig gebogene Greifhaken, als gerade Stechpfriemen, Stachelkämme usw. darstellen. In der Regel sind die Früchte selbst mit diesem Haftapparat ausgestattet, wie viele unserer einheimischen Rauhblättler (Cynoglossum, Echinospermum), Doldenpflanzen (Caucalis, Orlaya, Sanicula, Torilis), Labkräuter (Galium, Asperula), Ampfer (Rumex), Schneckenkleearten (Medicago), Hexenkraut (Circaea), Ringelblume (Calendula), Zweizahn (Bidens), Nelkenwurz (Geum urbanum) usw. vor Augen führen. In anderen Fällen ist es der Fruchtkelch, der die Stacheln trägt (Marrubium, Agrimonia, Valeriana echinata) oder die Blätter des Hüllkelches (Klette Lappa, Xanthium, Centaurea). Bei den Gräsern wirken die in sehr verschiedener Weise mit Widerhaken, Stacheln usw. versehenen Spelzen als Klettorgane, oder die Grannen dienen zum Einbohren (Stipa, Aristida, Andropogon). Die brasilianische Streptochaeta spicata stellt zur Reifezeit sogar einen höchst raffinierten Angelapparat dar. Beim kletternden Labkraut (Galium aparine) und dem Scharfkraut (Asperugo) ist auch der Stengel mit Stacheln ausgerüstet, so daß nicht nur

die Früchte, sondern ganze Stücke der Pflanze an den Transporttieren hängen bleiben. Am gefürchtetsten sind solche Früchte, die, am Boden liegend, entweder beim Darauftreten mit starken Dornen sich in den Fuß bohren, wie die Früchte des in den ungarischen Steppen verbreiteten Tribulus orientalis, oder aber, wie die berüchtigten „Trampelkletten" (Harpagophyton) des Kaplandes, mit gewaltigen Krallen die Hufe der darauftretenden Springböcke und anderer Huftiere, unter Umständen wohl auch gar deren Schnauzen, umklammern und tagelang nicht wieder zu entfernen sind. In ähnlicher Weise werden die Hufe der Weidetiere von den langen, elastischen, am Ende hakig gekrümmten Spangen der Martynia, einer in den Tropen weit verbreiteten Pedalinee, umgriffen. Sehr selten besitzen die Samen selbst Hakenborsten zum Transport (Stellaria glochidiata, Polygala glochidiata).

β) Synökie, Kommensalismus.

Gegenüber dieser weit verbreiteten Ausnutzung der Tiere als Verbreiter der Samen und Früchte ist die eigentliche Synökie, die Benutzung der Tiere als Wohnungssubstrat, verhältnismäßig selten. Nur im Wasser dürfte diese Art der Beziehungen zwischen den beiden Reichen einigermaßen verbreitet sein. Hier sehen wir schon im süßen Wasser die Limnaeen und Paludinen, die Anodonten und Dreyßensien, oft auch gewisse Cyclopsarten (Cyclops bidentatus) reichlich mit grünen Algen verschiedenster Art bewachsen, und im Meere greift diese Erscheinung noch auf zahllose andere Tierformen über. Von den Krebsen, die sich freiwillig mit Algen bepflanzen, war ja schon früher (S. 130) die Rede, und auf den Korallenriffen spielen die Kalkalgen, die Ulven, und viele andere Algengruppen eine bedeutende Rolle. Eine reine Epökie von Algen auf Tieren ist auf dem Lande nur bei den Faultieren Brasiliens bekannt geworden, wo dieselben in verschiedenen Arten an den Haaren, und zwar in den Rissen der Extrarinde (dreizehiges Faultier) oder in den Furchen der eigentlichen Rinde (zweizehiges Faultier) leben.

Noch seltener ist die Erscheinung des Kommensalismus. Vielleicht könnte man hierher die Fäulnisbakterien in den Schläuchen der Saracenien rechnen, die die gefangenen Insekten zersetzen helfen und dort also mit den schmarotzenden Fliegen-

maden die Nahrung teilen. Auch manche Bakterien (Bacterium coli), die in den Fäkalmassen des Dickdarmes leben, dürften nicht sowohl als Parasiten, wie als Kommensalen anzusprechen sein.

4. Beziehungen der Tiere und Pflanzen mit Vorteil für beide Teile.

Bereits im vorigen Kapitel wurde darauf hingewiesen, daß der Mangel der Ortsbewegung für die im Boden wurzelnde Pflanze gewisse Nachteile habe, die sie nur durch Inanspruchnahme der frei beweglichen Tierwelt zu paralysieren imstande sei. Wenn diese Inanspruchnahme, wie bei der Verbreitung der Klettfrüchte, zum Teil auch gegen den Willen und die Absicht der Tiere erfolgt, so kennen wir doch zahllose andere Fälle, wo aus jenem Bedürfnis der Pflanze sich regelrechte Wechselbeziehungen zwischen ihr und den Tieren entwickelt haben, wo also die Tiere durch gewisse ihnen dargebotene Vorteile sozusagen freiwillig und im Rahmen ihrer regelmäßigen Lebensgewohnheiten zur Übernahme der begehrten Botendienste veranlaßt werden. Die beiden wichtigsten Bewegungsleistungen, welche hierbei in Betracht kommen, sind die Übertragung des Blütenstaubes auf die Narbe und die Verbreitung der Samen und Früchte. In beiden Fällen charakterisieren sich die hierdurch herbeigeführten Beziehungen als ausgesprochener Mutualismus.

a) Die Bestäubung der Blüten durch Tiere.[1])

Trotzdem die Mehrzahl der phanerogamischen Pflanzen Zwitterblüten besitzt, und es somit den Anschein haben könnte, daß eine Übertragung des Blütenstaubes der Staubgefäße auf

---

1) Vgl. Knuth, P.: Handbuch der Blütenbiologie. Leipzig 1898 bis 1904 (noch nicht vollendet).
Loew, E.: Blütenbiologische Floristik. Stuttgart 1894.
Müller, H.: Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitige Anpassung beider. Leipzig 1873.
Derselbe: Die Wechselbeziehungen zwischen den Blumen und den ihre Kreuzung vermittelnden Insekten. Schenk, Handb. d. Botan. I. S. 1—112. 1879.
Derselbe: Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. Leipzig 1881.
Sprengel, Chr. C.: Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. 1793. Neu herausgegeben von P. Knuth, Leipzig 1894.

die Narbe des Fruchtknotens zum Zwecke der Befruchtung in der Regel ohne fremde Beihilfe sich vollziehen werde, so hat doch ein eingehendes Studium der einschlägigen Verhältnisse dargetan, daß, ähnlich wie im Tierreich, die von demselben Individuum erzeugten Geschlechtszellen nur in seltenen Fällen keimfähige Samen und lebenskräftige Nachkommen ergeben. Vielmehr hat es sich herausgestellt, daß eine Fülle von Einrichtungen existiert, die alle dahin abzielen, die Übertragung des Blütenstaubes auf die Narbe derselben Blüte zu verhindern, so daß man geradezu von einem „Gesetz der vermiedenen Selbstbestäubung" zu sprechen berechtigt ist. Nur im Notfalle und wenn die Bestäubung mit fremdem Pollen unterblieben, kommt bei manchen Pflanzen auch die Selbstbestäubung zur Anwendung. Es folgt daraus, daß die ganze große Abteilung der Phanerogamen bei der erstrebten Übertragung des Blütenstaubes auf andere Blüten derselben Art der Transportmittel bedarf. Oft genug wird hierfür die mechanische Kraft des Windes (Windblüten) in Anspruch genommen, wobei dann selbstverständlich, im Hinblick auf die Unsicherheit des Erfolges, besonders große Massen des Pollens in fein staubartiger Form produziert werden müssen (Nadelhölzer, Gräser). Weit allgemeiner aber hat sich in den letzten Erdperioden die Inanspruchnahme der Insekten, seltener der Kolibris und selbst der Schnecken, als Transporteure des Pollens von Blüte zu Blüte herausgebildet. Bereits im Jahre 1793 hat Conrad Sprengel in seinem Buche: „Das entdeckte Geheimnis der Natur in Bau und Befruchtung der Blumen" diese Verhältnisse eingehend geschildert; allein mehr als ein halbes Jahrhundert mußte vergehen, bis die von Sprengel entdeckten Tatsachen von seiten der Wissenschaft anerkannt wurden.

Die Mittel, durch welche die Pflanze das Heer der Insekten usw. zum Besuch ihrer Blüten heranzuziehen sucht, bestehen der Hauptsache nach in der Darbietung von Nahrungsmitteln. Daneben spielt die Gewährung von Obdach eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle. Als Anlockungsmittel und Wegweiser kennen wir die Farben und den Duft der Blüten. Für die Erreichung des erstrebten Zieles, den besuchenden Insekten die Übertragung des Blütenstaubes auf die Narbe gewissermaßen aufzuzwingen, dienen mannigfache, oft sehr raffinierte Vorrichtungen in Bau und Stellung der Blüten

und ihrer Teile, die zu einer weitgehenden wechselseitigen Anpassung bestimmter Blütenformen an bestimmte Insektenarten geführt haben.

α) Die von den Blüten dargebotenen Nahrungsmittel.

Nicht allzu häufig werden den besuchenden Tieren feste Gewebspartien der Blüte als Nahrung angeboten. Besonders ausgeprägt ist diese Methode bei der Bestäubung der ostindischen Freycinettia-Arten durch fruchtfressende Fledermäuse (Pteropus), denen die großen, fleischigen, rosenrot gefärbten Hochblätter zur Nahrung dienen, sowie bei brasilianischen Myrtaceen (Feijoa, Myrrhinum), welche den sie besuchenden Vögeln (Thamnophilus) die zuckersüßen Blumenblätter sogar in der Form einer zusammengerollten Omelette darbieten. Seltener findet dieser Modus auch für die Insekten Anwendung. Es dürften hier zu nennen sein gewisse schnell verwelkende und zergehende Blumenblätter (Villarsia, Tradescantia), sowie fleischige Warzen und Schwielen oder besonders saftige Partien der Blumenkrone (Portulak; Johanniskraut, Goldregen; manche Orchideen; innere Zellschicht des Perigons der Osterluzei, des Hüllblattes beim Aronsstab). Auch zarte Staubgefäßhaare (Tradescantia, Ackergauchheil, Königskerze) oder fleischige Wärzchen der äußeren Fruchtknotenwand (Lysimachia) werden verzehrt.

Ungleich verbreiteter sind diejenigen Blüten, welche einen Teil des Blütenstaubes für die Insekten opfern, um hierdurch die Übertragung des übrigbleibenden Teiles auf die Narbe zu erkaufen. Es gehören hierher ausschließlich solche Blüten, die infolge der Vermehrung ihrer Staubgefäße übergroße Mengen von Pollen hervorzubringen vermögen, wie beispielsweise die Mohngewächse, die Anemonen (zum Teil), das Sonnenröschen (Helianthemum), die Rosen. Daneben wären noch viele andere Pflanzen aufzuführen, deren Blütenstaub ebenfalls von den Insekten verzehrt oder eingesammelt wird, die aber außerdem noch durch die später zu besprechende Darbietung von Honig den Besuch der Kerbtiere zu steigern suchen. Die Form der reinen „Pollenblüten" ist in der Regel die einer aufrechten flachen Schüssel, in welcher der etwa schon vor dem Insektenbesuch abfallende Blütenstaub wie in einer Schale aufgefangen werden kann. Als Besucher derselben sind vor allem zahlreiche kleine Blütenkäfer (Meligethes, Anthobium, Dasytes) zu nennen;

aber auch Schwebfliegen, Waffenfliegen und echte Musciden, Blasenfüße und Bienenarten (Prosopis) stellen sich ein und finden in dem Pollen ihre Nahrung, sich dabei meist über und über mit dem feinen Staube bepudernd und ihn so auf die nächste Blüte übertragend, wo er zum Teil an den Narben abgestreift wird.

Sehr merkwürdig sind diejenigen Fälle, in denen nicht der im Überfluß erzeugte Blütenstaub, sondern ein Teil der im Inneren des Fruchtknotens sich ausbildenden Samenanlagen von der Pflanze geopfert wird, um die Bestäubung zu erzielen. In gewissem Sinne gilt dies schon von manchen unserer einheimischen Nelkenarten (Silene nutans, inflata, Lychnis flos cuculi, Saponaria), indem die sie besuchenden kleinen Eulen (Dianthoecia, Mamestra) nicht nur den Honig saugen, sondern auch mit langer Legeröhre ihre Eier in die Blüte legen, worauf die jungen Larven im Inneren des Fruchtknotens einen Teil des jungen Samens auffressen. Auch beim Wundklee, Blasenstrauch (Colutea) usw. geschieht ähnliches seitens gewisser Bläulinge. Besonderes Interesse aber hat von jeher die Bestäubung der südamerikanischen Yucca-Arten wie der formenreichen Gruppe der Feigenbäume hervorgerufen. Bei den zu den Liliaceen gehörigen, durch große, weiße, glockenförmige Blüten ausgezeichneten Yucca-Arten handelt es sich um kleine Motten aus der Gattung Pronuba, welche die Bestäubung vermitteln. Die Weibchen fliegen abends in die weitgeöffneten Blüten, packen mit dem eigentümlich verlängerten Endgliede ihrer Kiefertaster einen mächtigen Klumpen Blütenstaub und begeben sich mit demselben in eine andere Blüte. Hier nun legen sie mit langer Legeröhre ihre Eier in das Innere des Stempels, klettern dann zur Spitze desselben und stopfen dort den großen Pollenklumpen tief in den Narbentrichter, auf diese Weise die Befruchtung und Fortentwickelung der für die Jungen zum Fraß bestimmten Samenknospen im Inneren des Stempels herbeiführend. Da ein einzelnes Räupchen bis zur vollen Entwickelung nur 18—20 Samen aufzehrt, der Fruchtknoten deren aber etwa 200 enthält, so bleibt selbst bei der Ablage von 5 und mehr Eiern immer noch eine stattliche Anzahl von unversehrten und zur vollen Reife gelangenden Samenanlagen übrig. Jedenfalls ist festgestellt, daß die Yuccamotten allein für die Übertragung des Blütenstaubes auf die Narbe in Frage kommen und für diese

Funktion unentbehrlich sind, da die Yuccablüten niemals Früchte ansetzen, wo jene Motten fehlen.

Noch komplizierter ist die Bestäubung der Feigen, die bekanntlich keine einzelne Blüte darstellen, sondern einen ganzen, im Inneren eines krug- oder urnenförmig ausgehöhlten, an der Spitze noch durch kleine Hochblättchen geschlossenen Zweiges befindlichen Blütenstand. Dieser Blütenstand enthält bei dem gemeinen südeuropäischen Feigenbaum (Ficus carica) bei den meisten Exemplaren nur Stempelblüten, doch finden sich auch Bäume, deren Urnen außerdem — nahe der Mündung — noch einfach gebaute Staubgefäßblüten besitzen, in welchem Falle der Griffel der zugleich in diesen Feigen vorhandenen Stempelblüten von auffallender Kürze ist. Die Bestäubung wird nun durch kleine Hautflügler aus der Gruppe der Chalcidier herbeigeführt, und zwar bei der in Rede stehenden südeuropäischen Feigenart durch Blastophaga grossorum. Die Tierchen kriechen in das Innere der Feigenurne und legen, falls es sich um eine derjenigen Urnen handelt, in der die kurzgriffligen weiblichen Blüten und die Staubgefäßblüten stehen, mit ihrem Legebohrer durch den Griffelkanal ein Ei in den Fruchtknoten, der darauf zu einer die Raupe umhüllenden und nährenden Galle auswächst. Beim Verlassen der Urne durch das Gatter der kleinen Hochblätter der Mündung belädt sich das Insekt mit dem Pollen der hier befindlichen Staubblätter und überträgt denselben in die Urnen anderer Bäume, die vielleicht den erst beschriebenen Bau — nur mit langgriffligen Stempelblüten, ohne Staubgefäßblüten — besitzen. Indem das Tierchen hier herumklettert, um in gleicher Weise seine Eier durch den Griffelkanal in den Fruchtknoten zu senken, bestäubt es diese Blüten; seine Bemühungen betreffs der Eiablage bleiben aber in diesem Falle insofern erfolglos, als der Griffel dieser Blüten für das Ausmaß der Legeröhre zu lang ist: Die Eier bleiben im Griffelkanal stecken und gehen zugrunde, so daß die durch den miteingeführten Pollen befruchteten Samenknospen sich ohne irgendwelche Schädigung entwickeln können. Der ganze komplizierte Mechanismus charakterisiert sich, im Gegensatz zur Yuccablüte, als eine höchst raffinierte und vortrefflich funktionierende Arbeitsteilung: Die kurzgriffligen Blüten in den auch Staubgefäße enthaltenden Urnen werden einfach den besuchenden Insekten als Nahrung für ihre Jungen geopfert; dagegen ist dann aber in den

übrigen, staubgefäßlosen Urnen durch Verlängerung des Griffelkanals der Stempel dafür gesorgt, daß jede Schädigung unmöglich wird und die Samen zur Entwickelung gelangen. Der Unterschied zwischen den gewöhnlichen, nur Urnen mit langgriffligen weiblichen Blüten tragenden Ficusbäumen und den Staubgefäße und kurzgrifflige weibliche Blüten in ihren Urnen besitzenden, als Caprificus bezeichneten Bäumen war bereits den Alten bekannt. Auch ist es an vielen Orten von alters her Sitte — ohne daß man natürlich den tieferen Zusammenhang ahnte —, zur Hervorbringung samenhaltiger Feigen die gewöhnlichen Feigenbäume mit abgeschnittenen Zweigen des Caprificus zu behängen („Caprification"), wodurch ja, wie wir jetzt wissen, das Überwandern der aus den Caprificus hervorkriechenden Chalcidier in die Ficusurnen und deren Befruchtung erleichtert wird. In Kalifornien gelang es nicht, schmackhafte Feigen zu gewinnen, bis durch Überführung des Caprificus und seiner Bewohner auch dort die Bildung reifer Samen in den Urnen ermöglicht war. Bei den Hunderten anderer Ficusarten existieren augenscheinlich im wesentlichen ähnliche, wenn auch vielfachen Modifikationen unterworfene Bestäubungseinrichtungen.

Das bei weitem häufigste Nahrungsmittel, welches die Blüten den Insekten darbieten, ist der Nektar oder Blütenhonig. Wohl 90 % aller auf Insektenbesuch angewiesenen Pflanzen produzieren ihn. Derselbe wird nur selten diosmotisch ausgeschieden, sondern quillt in der Regel aus den Spaltöffnungen umgewandelter, als Nektarien bezeichneter Gewebsteile sehr verschiedener Blütenorgane hervor, wo er entweder als feiner Überzug resp. in Form von Tröpfchen hängen bleibt, oder aber — bei größeren Mengen — in besonderen Saftbehältern (manche Sporne, z. B. Viola, Linaria) sich ansammelt. In der Mehrzahl der Fälle sind es die Blumen- resp. Perigonblätter, welche am Grunde oder in besonderen Aussackungen (Spornen) derartige Nektarien tragen (viele Ranunculaceen, Geisblattgewächse, Alpenrosen, Baldriane, Sonnentaugewächse, die Liliaceen, Amaryllidaceen, Orchideen usw.) oder ganz in solche umgewandelt sind (Nigella, Sturmhut, Nieswurz, Trollius, manche Anemonen usw.). Aber auch an den Staubgefäßen ist die Bildung von Nektarien nicht selten (Tulpe, Herbstzeitlose, Storchschnabel, Heidelbeere, Alsineen, Sileneen) und ebenso an verschiedenen Teilen des Stempels („Stempelpolster" der Doldenpflanzen, des Spindel-

baums, des Efeus, des Steinbrechs; Wülste am Grunde des Fruchtknotens bei Gentianeen usw.) und des Blütenbodens (Prunus-Arten, Himbeere, Erdbeere, Labiaten, Boraginaceen, Scrophulariaceen). Bei der Kapuzinerkresse scheidet sogar der in einen langen Sporn ausgezogene Kelch den Blütenhonig aus.

Wo der Honig offen zutage liegt, da stellen sich namentlich die Blütenkäfer (Telephorus, Dasytes, Trichius, Anthrenus, Meligethes usw.) und Fliegen (Musciden, Mücken) zum Besuche ein, während der in der Tiefe der Blüten verborgene Nektar den Schmetterlingen, Bienen, Hummeln, Schwebfliegen, Hummelfliegen und — in den Tropen — auch den Nectarinien und Kolibris vorbehalten bleibt, die infolge der Länge ihres Rüssels resp. Schnabels befähigt sind, auch des am Grunde langröhriger Blüten vorrätigen Honigs sich zu bemächtigen. Im einzelnen zeigen sich hier weitgehende Anpassungen der Länge der Saugorgane an die Länge der Blütenröhren, welche vielfach dazu geführt haben, daß bestimmte Blüten nur von ganz bestimmten Tierarten des Honigs beraubt werden können. So wird beispielsweise der Honig im 30—45 cm langen Sporn des madagassischen Angraecum sesquipedale, einer Orchidee, zweifellos nur einem Rüssel von gleicher Länge, wie ihn voraussichtlich ein Schwärmer besitzt, zugänglich sein. Erhöht wird jene Spezialisierung der Gäste nun noch durch mannigfache andere Einrichtungen in den Blüten, welche teils darauf hinauslaufen, unliebsame Gäste fernzuhalten, teils dazu dienen, den Weg vorzuschreiben, den das Insekt mit seinem saugenden Rüssel zu nehmen hat, wenn der doppelte Zweck der Aufnahme des Pollens und dessen Übertragung auf die Narbe einer andern Blüte gesichert werden soll. In einem der nächsten Abschnitte wird auf diese Verhältnisse noch näher einzugehen sein.

Verhältnismäßig selten ist der Fall, daß die Blüten vorwiegend nur schützende und zum Teil auch besonders warme Unterkunft bieten, woneben dann höchstens noch einige saftreiche Zellen der Innenwand der Behausung als Nahrung zur Verfügung gestellt werden. Es gehören hierher vor allem die von einem großen Hochblatte umschlossenen Blütenstände der Aroideen und die Blüten der Osterluzeigewächse. In beiden Gruppen sind es namentlich kleine Fliegen- oder vielmehr Mückenarten, wie Psychoda, Chironomus, Ceratopogon usw., welche oft in großer Zahl in diese lang krugförmigen Behälter eindringen

und hier in ganz eigenartiger Weise zur Übertragung des Blütenstaubes auf die Narbe anderer Blütenstände resp. Blüten gezwungen werden. Man hat die Vorrichtungen beim Aronsstab und der Osterluzei wohl als *Kesselfallen* bezeichnet. Bei den *Osterluzeigewächsen* sehen wir die langröhrige Blumenkrone im Inneren mit steifen, abwärts gerichteten Haaren besetzt, die, nach dem Prinzip der bekannten Mausefallen, wohl das Hineinkriechen, nicht aber das Herauskriechen der kleinen Mücken ermöglichen. Am Boden der Blüte können die letzteren zunächst nur zur Narbe gelangen, da die tief im Grunde stehenden Staubbeutel vorerst noch durch die Narbenläppchen überdeckt sind. Ist aber die Narbe durch den mitgebrachten Blütenstaub von den Mücken bestäubt, so rollen sich die Narbenläppchen aufwärts um und gestatten den Zugang auch zu den Staubbeuteln, mit deren Pollen die überall einen Ausweg suchenden Tierchen sich nunmehr bepudern. Ist dies geschehen, so vertrocknen die Haare der Blumenkronenröhre und gestatten den Mücken freien Ausgang, die darauf in einer andern Blüte das Spiel von neuem beginnen. Ähnlich sind die Verhältnisse bei den Blütenständen des Aronsstabs, nur daß hier das den freien Ausflug hemmende Hindernis aus zwei Kränzen der Blütenstandsachse ansitzender, fleischiger Borsten gebildet wird. Dieselben sind so angebracht, daß die Mücken zunächst durch beide hindurch zu den am Grunde der Blütenstandsachse sitzenden weiblichen Blüten vordringen, dann, nach Bestäubung derselben und Vertrocknen des unteren Borstenkranzes, in die darüber liegende Region der hier ringförmig die Achse umschließenden Staubgefäße aufsteigen, wo sie sich frisch mit Pollen beladen und nun erst durch den jetzt ebenfalls vertrocknenden oberen Borstenkranz ins Freie gelangen können.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß die Blüten der *Passionsblumen* durch Ausbildung eines eigenartigen Reusenwerkes sich als *Fangapparate für Insekten* darstellen, die den zur Bestäubung nötigen Kolibris als Lockspeise dienen sollen, während die brasilianische Marcgravia nepenthoides zu ähnlichem Zweck besondere *Honigkrüge* inmitten des einem umgekehrten Kronleuchter gleichenden Blütenstandes entwickelt hat.

β) Die Anlockungsmittel der Blüten.

Als Anlockungsmittel haben, wie schon bemerkt, die *Farben* der Blüten zu gelten, sowie die *Düfte*, welche sie ausströmen.

Diejenigen Organe, welche als die hauptsächlichsten Träger der Farben erscheinen, gewissermaßen also die „Aushängeschilder" der Blüten darstellen, sind die Blumenblätter resp. Perigonblätter. Vielfach sind jedoch auch die Kelchblätter lebhaft gefärbt, besonders dann, wenn etwa die Blumenblätter völlig in unscheinbare Nektarien umgewandelt sind (Sturmhut, Nieswurz, manche Anemonen usw.). Daneben finden sich nicht selten weithin scheinende Hochblätter (Astrantia, Cornus mas, Edelweiß, Wachtelweizen, Poincettia, Bougainvillea), leuchtende Staubgefäße (Weiden, echte Akazien, Metrosideros-Arten usw.), ja selbst farbige Blütenstiele und Blütenstandsachsen (Andromeda, Eryngium). Wo die einzelne Blüte zu unscheinbar, um die Aufmerksamkeit der Insekten auf größere Entfernungen zu erregen, tritt in außerordentlich vielen Fällen eine Häufung, eine enge Vergesellschaftung zahlreicher Blüten ein, wodurch dann derselbe Effekt wie durch eine einzige große Blüte hervorgerufen wird. Ja diese Methode scheint sogar in bezug auf Bestäubung und Samenproduktion die vorteilhaftere zu sein, da gerade diejenige Pflanzenfamilie, welche in bezug auf die Anordnung vieler kleiner Blüten zu einem großen scheinenden „Körbchen" am vollkommensten organisiert ist, die Familie der Korbblütler oder Compositen, bei weitem die größte unter allen Phanerogamen ist und wohl nahezu $^1/_{10}$ aller Blütenpflanzen umfaßt. Neben den Compositen sind es namentlich noch die Doldenpflanzen, welche ihre Blüten zu einer weithin scheinenden Fläche vereinigt haben. Nicht selten werden diese Blütenstände dadurch noch auffallender gestaltet, daß die Blüten des Randes größere und auch wohl anders gefärbte und geformte Blumenblätter besitzen, wie diejenigen der Mitte (strahlende Blüten vieler Doldenpflanzen, des Schneeballs, der Skabiosen, Iberis usw., zungenförmige Randblüten der Compositen, große Röhrenblüten der Kornblume). Lebhafte Farbenkontraste (Rand- und Scheibenblüten der Compositen, verschiedene Färbung von Schiffchen und Fahne der Schmetterlingsblütler, rote Nebenkrone der weißen Narzisse) erhöhen daneben oft die Wirksamkeit des Anlockungsmittels. Umfärbung der Blüte, wie sie z. B. beim Lungenkraut (Pulmonaria) nach der Bestäubung von rot nach blau eintritt, zeigen den Insekten bisweilen schon aus der Ferne an, wo ihr Besuch noch erwünscht und erfolgreich ist: Nur die roten Blüten des Lungenkrautes werden von den sie bestäubenden Anthophora pilipes eines Besuches gewürdigt.

In bezug auf die verschiedenen Farben mag nur kurz bemerkt werden, daß blaue und violette Blüten von den Hummeln und Bienen bevorzugt werden, scharlachrote von den Faltern und Kolibris. Gelbe Blüten werden vornehmlich von Blütenstaub sammelnden Insekten aufgesucht, während die weiße und blaßgelbe Färbung häufig bei denjenigen Pflanzen zu finden ist, welche auf den Besuch der Abend- und Nachtfalter angewiesen sind. Grüngelbe, sowie schmutzige, trübe Färbungen in braun, violett und rot deuten auf Anpassung an verschiedene Fliegengruppen. Bald nachdem die Bestäubung vollzogen, pflegen die Blumenblätter als nunmehr überflüssig zu welken und abzufallen. Sehr bezeichnend für ihre Aufgabe erscheint es, daß sie an unbefruchteten Blüten erheblich länger frisch bleiben, als an befruchteten.

Die Düfte der Blüten haben die Farbenwirkung der Blumenblätter augenscheinlich zu unterstützen, wirken auch zweifellos in der Regel auf weit größere Entfernungen, wie die Farben. Sie sind von sehr verschiedener Art, sogar oft bei sehr nahe verwandten Formen. Aasgerüche finden sich namentlich bei vielen Aroideen, Aristolochien, Rafflesiaceen und Asclepiadeen (mit den Stapelia-Arten vom Kap) für die Gruppe der Aas- und Fleischfliegen. Besonders durchdringend pflegen die Düfte derjenigen Blüten zu sein, welche für den Besuch der Nachtschmetterlinge eingerichtet sind; auch beginnt hier das Ausströmen der Gerüche erst in den Abendstunden. Der Blütenduft ist nicht zu verwechseln mit den sehr verschiedenen Düften, welche von vielen Pflanzen als Abwehrmittel gegen Weidetiere produziert (vgl. S. 113) werden und meist einen völlig anderen Charakter haben als die Blütendüfte. So besitzt die Korianderpflanze einen ausgesprochenen Wanzengeruch, der Schierling einen unangenehmen Mäusegeruch, trotzdem die Blüten nach Honig duften. Am auffallendsten ist dieser Gegensatz wohl bei gewissen Laucharten, deren widerlicher Knoblauchgeruch in manchen Fällen, wie beim Allium odoratissimum der Sahara, zunächst von dem wunderbaren Vanilleduft der Blüten vollkommen übertäubt wird.

γ) Vorrichtungen in den Blüten zur Sicherung der Bestäubung durch die Tiere.

Die mannigfachen Aufwendungen, welche die Pflanzen gemacht, um die Insekten zum Besuche der Blüten zu veranlassen,

wären natürlich zwecklos, wenn sich nun nicht noch des weiteren Einrichtungen herausgebildet hätten, welche dahin zielen, daß die Insekten bei dem Genuß der von der Pflanze gebotenen Nahrung zugleich auch die begehrte Übertragung des Blütenstaubes auf die Narben anderer Blüten besorgen, und zwar nicht nur gelegentlich und zufällig, sondern mit möglichster Regelmäßigkeit.

Bei der ungeheuren Mannigfaltigkeit der Insektenwelt in Größe, Form, Mundwerkzeugen und Lebensgewohnheiten, und bei der im früheren bereits angedeuteten Verschiedenheit der dargebotenen Genußmittel und deren Lagerung in der Blüte liegt es auf der Hand, daß jene Einrichtungen, welche eine Sicherung des Bestäubungseffektes erstreben, ebenfalls eine schier unübersehbare Mannigfaltigkeit aufweisen. Wir werden uns daher begnügen müssen, nur einige allgemeine Gesichtspunkte hervorzuheben.

Bereits die Stellung der Blüte an ihrer Achse ist für die Art ihrer Besucher nicht ohne Bedeutung. Aufrechte Blüten, wie die der Dolden, Ranunkeln, Nelken, Skabiosen usw., sind auch den Käfern, Fliegen, Tagfaltern, Wespen usw. zugänglich, schräg abwärts gerichtete nur solchen, die keines Stützpunktes bedürfen und den Honig schwebend entnehmen, wie die Eulen, Schwärmer, Schwebfliegen und Kolibris. Oft treten Drehungen des Blütenstiels (Cytisus) oder des Fruchtknotens (die meisten Orchideen) auf, um den Blüten die für den Anflug der Insekten gewünschte Stellung zu geben, und viele Blüten werden abwärts gesenkt, sobald die Bestäubung geschehen ist (Papilionaceen, Osterluzei).

Von ungleich größerer Bedeutung als die Stellung ist dann ferner die Form der Blumenkrone. Flache und weitglockige Blumenkronen können auch von Insekten ohne lang röhrenförmige Saugorgane besucht werden, also von Käfern, Wespen, kurzrüsseligen Fliegen usw., während die trichterförmigen und röhrigen für die Bienen, Hummeln, Schmetterlinge, Hummelfliegen, Kolibris reserviert bleiben. Zum „Anflug" namentlich für Bienen und Hummeln sind in sehr vielen Fällen besondere „Flugbretter" ausgebildet, wie die Honiglippe der Orchideen, die Unterlippe der Labiaten, Scrophulariaceen, der Perigonzipfel der Osterluzei; doch können auch besonders hervorragende Staubgefäße (Roßkastanien, Ehrenpreis) oder die Stempel (Tulpe,

Mohn, Rosen) oder der ganze Blütenstand (Korbblütler, Doldenpflanzen) als Anflugsplätze benutzt werden. Zuweilen ist der Schlund der Blüte vollkommen geschlossen (Löwenmaul, Leinkraut), um nur besonders starken Insekten den Zugang zu ermöglichen; weit häufiger und mannigfaltiger aber sind die Einrichtungen, welche in Gestalt von Haardickichten, Vorsprüngen, Längsleisten, kleinen Dörnchen usw. im Inneren der Blüte dazu bestimmt sind, dem eindringenden Rüssel nur denjenigen Weg zum Honig am Grunde zu erlauben, der mit Sicherheit gleichzeitig auch die Beladung mit Blütenstaub, resp. das Abstreifen desselben an der Narbe herbeizuführen geeignet ist. Gleichzeitig dienen diese zahlreichen Hindernisse und Hemmungen in der Blüte auch noch dazu, ungeeignete Besucher gänzlich auszuschließen. Über die sonstigen in dieser Richtung wirkenden Abwehrmittel wurde ja bereits Seite 119 bei Gelegenheit der Besprechung der allgemeinen Schutzvorrichtungen der Pflanzen berichtet.

Die wichtigste Rolle beim Bestäubungsvorgang spielen natürlich die Staubgefäße und Stempel in der Blüte, ihre Stellung, ihr Bau, ihr gesamtes Verhalten bei dem jeweiligen Bestäubungsmodus.

Daß die Staubgefäße teils nur sparsam, teils überreichlich Blütenstaub produzieren, wurde bereits früher (S. 138) hervorgehoben. Der Pollen ist in weitaus den meisten Fällen pulverförmig und staubig, seltener breiig oder gar zu einem massigen Klumpen (Pollinarien der Orchideen und Asclepiadeen) vereinigt. Die mit ihm in Berührung kommenden Insekten werden entweder über und über von demselben bepudert (Doldenpflanzen, Skabiosen, Nelken, Rosen, Mohn, Anemonen, Magnolien, Aroideen, Osterluzei usw.), oder es sind Vorrichtungen getroffen, durch welche nur bestimmte Stellen des Körpers, der Rüssel, der Kopf, die Schultern, die Ober- resp. Unterseite des Abdomens, mit ihm bestäubt, belegt oder beklebt werden. So wird beispielsweise die Unterseite des Insektenkörpers mit Pollen behaftet bei den Scheibenblüten der Kompositen, dem Ehrenpreis, Sturmhut, Natterkopf usw., die Oberseite der Bienen resp. Hummeln beim Bienensaug, den Gladiolen, dem Fingerhut, Löwenmaul, Leinkraut, der Salbei, den Schwertlilien und anderen. Bei der Nachtkerze wird der Kopf der Schmetterlinge mit Blütenstaub bepudert, und ähnlich heften sich die Blütenstaubklumpen der

Orchideen an die Stirn der Bienen, während sie bei den Asclepiadeen an den Krallen der besuchenden Hautflügler hängen bleiben.

Selbstverständlich ist die Stellung der Staubgefäße durchweg eine solche in der Blüte, daß die honigsuchenden Tiere mit deren Pollen in Berührung kommen müssen, wobei vielfach zur Zeit der Reife des Staubbentels Lagenveränderungen, Drehungen usw. zur Erreichung dieses Zweckes beobachtet werden, wenn nicht gar besondere Mechanismen ausgebildet sind, welche in oft überraschender Weise dafür sorgen, daß der Pollen gerade dann und nur dann in Aktion tritt, wenn ein Insekt zum Naschen des Honigs die Blüte besucht. Die Mannigfaltigkeit dieser Bestäubungsmechanismen ist groß. So wird der staub- oder pulverförmige Pollen vielfach durch besondere Streu-, Schlag- und Schleuderapparate aus den Antheren entleert, wenn die Blütenteile durch ein Insekt in ihrer Lage verändert resp. erschüttert werden.

Besonders häufig unter den Streuapparaten sind die Streuzangen, deren Mechanismus darauf beruht, daß etwa zwei muschelförmig gehöhlte Staubbeutel, wie bei Scrophularia, Pedicularis, Rhinanthus, Lathraea usw., mit ihren Höhlungen so gegeneinander liegen, daß der aus den Fächern austretende und in den Höhlungen sich ansammelnde Blütenstaub nur dann herausfallen kann, wenn die beiden Schalen selbst oder die sie tragenden Staubfäden durch den sich dazwischen schiebenden Rüssel des Insekts auseinander gebogen werden. Staubbeutel, die sich nicht durch Längsspalt, sondern mit Löchern öffnen (Vaccinium-Arten, Pirola, Cyclamen usw.) werden wohl als Streubüchsen bezeichnet. Sie besitzen oft eigentümliche Fortsätze und Hörner, an welche die Insekten anstoßen, wobei dann der lockere Pollen partienweise durch die Erschütterung aus den Porenlöchern des Staubbeutelfaches herausfällt. Sogenannte Streukegel endlich findet man bei vielen Boraginaceen (Borago, Symphitum, Cerinthe) und bei den Soldanellen. Die quirlig angeordneten Staubbeutel sind hier zu einem Hohlkegel vereinigt, wobei das Herausfallen des Blütenstaubes aus den schlitzförmigen Öffnungen der Antherenfächer teils durch Anpressen an den Griffel (Soldanella), teils durch Lagerung der Schlitze gegeneinander so lange verhindert wird, bis durch das eindringende Insekt eine Verschiebung stattfindet. Beim Stiefmütterchen ist dieser Mechanismus insofern abgeändert, als hier die Erschütterung des Streu-

kegels nicht direkt, sondern durch Heben des auf federndem Griffel befindlichen Narbenkopfes seitens des zum Sporn der Blüte vordringenden Rüssels bewirkt wird.

Schlagapparate entstehen häufig dadurch, daß die Staubfäden auf Reiz eine schnelle schlagende Bewegung ausführen, wie bei der Berberitze, wo die Staubgefäße zunächst in den schalenförmigen Blumenblättern verborgen liegen, durch Berührung des Staubfadens an seiner Basis aber nach innen schlagen. Ähnlich ist es bei den Opuntien. Komplizierter erscheint der Apparat der Salbeiarten, wo die schlagbaumartigen, am Grunde zu einem Plättchen vereinigten zwei Staubgefäße gelenkig an kleinen seitlichen Trägern befestigt sind, so daß sie eine schaukelnde Bewegung ausführen können. Stößt nun der Rüssel des besuchenden Insekts beim Eindringen in das Innere gegen das unpaare Plättchen der Staubgefäße, so schlagen dieselben mit ihrem oberen Teil nach vorn über und bestäuben so den Rücken des Insekts.

Mannigfacher Art sind sodann die Schleuderapparate, durch welche der Blütenstaub durch die Federkraft gespannter Gewebe emporgeschleudert wird. Bei einer persischen Crucianella-Art ist es der nach Öffnen der Blüte infolge von Druckbefreiung plötzlich sich streckende Griffel, der mit seiner kopfigen Narbe den über und neben ihr angesammelten Pollen in die Luft schleudert. Bei der Kornblume, der Eselsdistel (Onopordon) und anderen Korbblütlern verkürzen sich auf Reiz die Staubfäden der fünf den mit Kranzbürste oder Endschopf versehenen Griffel ringförmig resp. hohlzylindrisch umschließenden Staubbeutel, ziehen also den Hohlzylinder abwärts, so daß hierdurch der auf der Innenfläche des Hohlzylinders ausgetretene Pollen seitens der Kranzbürste wie durch einen Kanonenwischer herausgefegt wird. In ähnlicher Weise wird auch bei den Erbsen, Bohnen, Wicken, Platterbsen usw. der Blütenstaub, der sich an der Spitze des Schiffchens angesammelt hat, durch eine Griffelbürste herausgefegt; der auslösende Mechanismus besteht aber hier nicht in einer Verkürzung der Staubfäden, sondern in einer Charnierverbindung zwischen Schiffchen und Flügel der Blüte, welche bewirkt, daß das Schiffchen sich senkt und die Staubgefäße mitsamt dem Griffel heraustreten läßt, sobald die Flügel durch die Last des aufgeflogenen Insekts beschwert werden. Bei vielen anderen Schmetterlingsblütlern, wie beim Besenstrauch, Ginster,

Schneckenklee, Traganth, Ulex usw., erscheint der Apparat noch dadurch vervollkommnet, daß Staubgefäße und Griffel im Inneren des Schiffchens uhrfederartig gespannt sind und nun beim Herabklappen des Schiffchens den Blütenstaub mit großer Kraft gegen die Unterseite des besuchenden Insekts schleudern.

Durch eine geringe Modifikation der soeben geschilderten Vorrichtungen erhalten wir den Pumpapparat, wie er ebenfalls bei vielen Papilionaceen (Honigklee, Wundklee, Hauhechel, Lupine, Coronilla usw.) entwickelt ist. Der wesentliche Unterschied besteht nur darin, daß hier der Pollen nicht staubförmig, sondern breiartig-teigig ist, und daß die Staubgefäße nebst Griffel beim Senken des Schiffchens nicht aus demselben heraustreten, sondern mit ihren Vorderenden mehr nach vorn in die äußerste Spitze des Schiffchens gedrängt werden. Sie üben hierdurch auf den dort angesammelten breiigen Blütenstaub einen Druck aus, so daß er als feiner wurst- oder nudelförmiger Zylinder aus der Spitze des Schiffchens herausgepreßt und der Unterseite des Insekts angeklebt wird.

Besonderes Interesse hat von jeher die Bestäubung der Orchideen erregt, bei denen die Pollenkörnchen jedes Staubbeutelfaches durch Klebstoff zu einem soliden, ovalen oder keulenförmigen Klumpen, dem Pollinarium, verbunden sind. Diese Blütenstaubklumpen bleiben zunächst in den schlitzförmig sich öffnenden Staubbeuteln verborgen, stehen aber an ihrem unteren, verjüngten oder gestielten Ende mit einer Klebscheibe (Rostellum) in Verbindung, die stets eine solche Lage hat, daß die auf der Honiglippe anfliegenden und ihren Rüssel in die Tiefe senkenden Insekten mit ihrem Kopfe daran stoßen. Die Klebscheibe haftet dann alsbald dem Insekt an, so daß die Pollenklumpen aus den Staubbeutelfächern herausgezogen werden und nun dem davonfliegenden Insekt wie zwei Stirnhörner ansitzen. Im einzelnen herrschen hier große Verschiedenheiten; das Prinzip aber, auf dessen Klarstellung es bei unseren Darlegungen allein ankommt, ist überall im wesentlichen das gleiche.

Noch bei einer anderen Pflanzenfamilie, derjenigen der Asclepiadaceen, findet sich eine solche Vereinigung der Pollenkörnchen zu kompakten Massen oder Pollinarien. Dieselben sind aber nicht weich und klebrig, wie diejenigen der Orchideen, sondern hart und trocken, und statt der Klebscheibe sehen wir am Grunde der langgestielten, zwei verschiedenen Staubbeuteln

entstammenden Pollinarien ein unpaares, beide verbindendes hornartiges Blättchen, das zweispaltig ist und infolge dieser Beschaffenheit die Fähigkeit besitzt, die Fußkrallen bezw. den Rüssel der besuchenden Insekten in diesem Spalt einzuklemmen. Es hat daher den Namen „Klemmkörper“ erhalten. Dieselben sind in der sehr seltsam gebauten, von einer mächtigen, glatten Narbenplatte zum großen Teil überdeckten Blüte so in der Tiefe schlitzförmiger Höhlungen angebracht, daß die Krallen (bezw. Rüsselspitze) der besuchenden Insekten beim Eingreifen in diese Schlitze von den Klemmkörpern wie von Fußangeln gepackt werden, wodurch dann beim Abfliegen des Tieres der Klemmapparat mitsamt den an ihm befestigten Pollensäcken aus der Blüte herausgerissen und alsbald auf die Narbe einer anderen Blüte übertragen wird. Noch schlimmer ergeht es den Insekten vielfach in der bekannten „Fliegenfalle“ (Apocynum androsaemifolium und hypericifolium).

Wenn durch diese und ähnliche Vorrichtungen erreicht wird, daß das honigsuchende Tier bei Gelegenheit der Bewirtung nun auch wirklich mit Pollen sich bestäubt, so ist in analoger Weise durch mancherlei Mittel dafür gesorgt, daß der entnommene Blütenstaub tatsächlich dahin gelangt, wohin die Pflanze ihn zu haben wünscht, nämlich auf die Narbe einer anderen Blüte. Zum Festhalten des Pollens ist die Narbe oft federig gefranst, oder sie trägt dicht gereihte zarte Papillen, in denen sich der pulverförmige Blütenstaub wie in einer Bürste oder in Samt fängt. In anderen Fällen ist die Narbe mit Klebstoff überzogen, so daß der darüber streifende Pollen an ihr hängen bleibt. Das Problem, das zu lösen war, besteht nun im wesentlichen darin, daß dieselbe Körperstelle des Insekts, die vordem mit Pollen belegt wurde, in der dann besuchten Blüte mit den aufnahmefähigen Narbenflächen in Berührung kommt. Häufig wird dies durch einen einfachen Platzwechsel von Staubbeuteln und Narben erreicht. So verdeckt beim Studentenröschen (Parnassia) zunächst eins der fünf Staubgefäße nach dem andern die Narbe und macht die Bestäubung derselben unmöglich. Sobald aber der letzte Staubbeutel abgefallen, wird die Narbe frei und kann nun erst bestäubt werden. Ähnlich ist es bei der Spornblume (Centhranthus), die aber nur ein Staubgefäß besitzt, und bei der Waldbalsamine (Impatiens), wo die fünf eine Kappe bildenden Staubgefäße erst abfallen müssen, bevor die Narbe entblößt ist.

Bei den Nelkengewächsen, den Steinbrecharten, manchen Gentianen usw. stehen die 2—5 Narbenstrahlen anfangs zusammengeklappt und aufgerichtet. Sobald aber die Staubbeutel der die Honigzugänge flankierenden Staubgefäße abgefallen sind, spreizen die Narbenlappen sich wagerecht aus und nehmen mit ihren Enden nunmehr denselben Platz ein, an dem vorher die Staubbeutel standen. Bei den Salbeiarten biegt sich der anfangs ganz in der Oberlippe verborgene Griffel später tief bogenförmig abwärts, so daß seine zwei Narbenblättchen jetzt etwa dort stehen, wohin die schaukelnden Staubgefäße mit ihren Staubbeuteln gelangen, wenn sie durch den in die Tiefe dringenden Rüssel der Hummel in Tätigkeit gesetzt werden. Ein ähnlicher Platzwechsel der Narben und Staubbeutel findet sich noch bei vielen anderen Pflanzen, wie bei der Nieswurz, dem Geisblatt, dem schmalblättrigen Weidenröschen, der Tollkirsche, dem Bilsenkraut, der Braunwurz usw. Bei vielen Korbblütlern, Skabiosen, Doldenpflanzen pflegen sich die Narben erst völlig zu entwickeln, wenn die benachbarten Staubgefäße abgefallen oder verschrumpft sind, so daß also die Oberflächen dieser Blütenstände anfangs vornehmlich nur die Staubbeutel, später an Stelle dessen die Narben den Besuchern entgegenstrecken. Zuweilen wird durch nachträgliche Erweiterung der Blumenkrone ein ähnlicher Wechsel von Aufnahme und Abgabe des Pollens erreicht, so bei verschiedenen Kreuzblütlern, deren Eingangsöffnung anfangs so eng ist, daß das eindringende Insekt die Narbe in der Mitte streifen muß, während bei weiterem Öffnen nur die mehr peripherisch gestellten Staubbeutel berührt werden. Bei der Haselwurz (Asarum) sind anfangs die drei Perigonzipfel derart eingeschlagen, daß für die besuchenden kleinen Fliegen nur drei enge Eingangsspalten vorhanden sind, durch die sie notwendig zur Narbe gelangen, während später die Zipfel aufklappen und so freien Zugang zum Honig und zum Pollen, ohne den Umweg über die Narbe, gewähren. Bei mehreren Scrophulariaceen (z. B. Mimulus) und Utriculariaceen stellt sich der untere Zipfel der zweilappigen Narbe in der engen Blumenkronenröhre dem eindringenden Rüssel derart in den Weg, daß der an ihm haftende Pollen notwendig dort abgestreift werden muß. Darauf klappt dieser Narbenzipfel gegen den oberen zusammen, so daß nun die in der Tiefe angebrachten Staubbeutel den Rüssel aufs neue bestäuben können, ohne daß beim Herausziehen dieser Blütenstaub

mit der Narbe in Berührung kommt. In etwas abweichender Weise wird bei dem gemeinen Stiefmütterchen durch eine am Griffelkopf angebrachte Klappe die Narbe nach der Bestäubung geschlossen, um die Bestäubung durch den Pollen der eigenen Blüte zu verhüten. Bei der Übertragung der Pollinarien der Orchideen auf die Narbe erfahren die der Stirn hörnerartig ansitzenden Stiele der Pollenklumpen durch Austrocknen eine derartige Drehung und Neigung nach vorn, daß die Spitze der Klumpen bei der nächsten Blüte direkt auf die Mitte der breitflächigen, klebrigen Narbe trifft, und hier zum Teil hängen bleibt, während das Insekt seinen Rüssel in die Tiefe senkt.

Durch solche und zahlreiche andere Anpassungen, deren Mannigfaltigkeit in dieser kurzen Übersicht nur in großen, allgemeinen Zügen angedeutet werden konnte, haben die phanerogamischen Pflanzen es im Laufe ihrer phylogenetischen Entwickelung in der Tat erreicht, daß die für eine „Auffrischung des Blutes" so wichtige Vereinigung von Geschlechtszellen verschiedener Exemplare mit einer staunenswerten Regelmäßigkeit und Sicherheit durch das Medium der Insekten und anderer blütenbesuchenden Tiere sich vollzieht. Im Anfang war es vermutlich nur überschüssiger Blütenstaub, der den Tieren geboten wurde. Sodann kam es zur Ausbildung von Nektarien sowohl an den Staubgefäß- wie an den Stempelblüten, d. h. zu einem Stadium, wie es heute etwa noch die Weiden zeigen. Daneben scheint die Vereinigung beider Befruchtungsorgane in der nämlichen Blüte schon früh als besonders vorteilhaft sich herausgestellt zu haben. Es folgte die Umfärbung der Blütenhüllen zu bunten Aushängeschildern, die Entwickelung der Düfte, bis dann schließlich auf der höchsten Stufe die unendliche Reihe der Spezialisierungen und der Anpassungen an ganz bestimmte Tierformen sich herausbildete, die es uns heute oft schon auf den ersten Blick ermöglichen, zu sagen, ob wir es mit einer Käfer- oder Fliegenblume, einer Blume für Bienen-, Falter- oder Kolibribesuch zu tun haben.

δ) Die Anpassungen der Insekten an die Blüten.

Es liegt auf der Hand, daß so langwierige und tiefgreifende Anpassungsprozesse zur Herstellung von regelmäßigen Wechselbeziehungen zwischen Tier und Pflanze nicht an den Blüten und ihren Organen allein zum Ausdruck kamen, sondern daß

in ähnlicher Weise auch die Besucher der Blüten sowohl im Bau ihrer Organe, wie in ihren Gewohnheiten und Instinkten beeinflußt wurden. Die aus sehr verschiedenen Kieferteilen hervorgegangenen und daher sehr verschiedenen Bau zeigenden Saugapparate zur Aufnahme des Honigs bei Käfern, Fliegen, Bienen und Schmetterlingen müssen ganz ausschließlich als solche Anpassungen an den Besuch der Blüten angesehen werden. Namentlich in der Gruppe der echten Apiden kann man noch an einer Reihe verschiedener Typen (Prosopis — Andrena — Halictus — Anthophora) die allmähliche Ausgestaltung von Unterlippe und Unterkiefern bis zu dem auf der Höhe der Entwickelung stehenden Saugrüssel der Bienen und Hummeln verfolgen. Bei manchen Bockkäfern (Leptura, Strangalia) erscheinen Kopf- und Halsschild für den Blütenbesuch verlängert, bei den südbrasilianischen Nemognatha-Arten sind die Laden der Unterkiefer sogar zu einem 12 mm langen Saugrohr ausgebildet. Neben den kurzrüsseligen Musciden mit ihren fleischigen Tupfpolstern der Unterlippe kennen wir die langen Saugrohre der Bombyliiden, Conopiden, Rhingien und anderer, und während der Rollrüssel der Eulen meist nur eine beschränkte Länge besitzt, kann er bei manchen Schwärmern (z. B. Macrosilia cluentius aus Brasilien) eine Länge bis zu 20 cm erreichen, so daß er bis auf den Grund der tiefsten Blumenkronenröhren vorzudringen vermag.

Auch die Behaarung des Körpers, die für das Auffangen des Blütenstaubes von großer Wichtigkeit ist, dürfte in Ausbildung und Lokalisation vielfach durch die besonderen Verhältnisse der zu besuchenden Blüten beeinflußt sein. Besonders gilt dies von denjenigen Insekten, die neben dem Honig auch Blütenstaub begehren oder wohl gar in besonderen Sammelapparaten für ihre Brut eintragen. Bekannt ist es ja, daß die gemeine Honigbiene am ersten Tarsus der Hinterbeine einen vollständigen Bürstenapparat für den Pollen besitzt, und daß dieser Pollen dann, zum Klumpen geballt, in einer schaufelförmigen, durch starre Borsten überdeckten Vertiefung der Außenseite der Hinterbeinschienen, dem sog. Körbchen, aufgespeichert und so nach Hause getragen wird. Ganz die gleichen Apparate finden wir bei den Hummeln. Bei anderen Apiden sind diese Einrichtungen weniger vollkommen und beschränken sich im allgemeinen auf stärkeren, oft mehr oder weniger borstenförmigen

Haarbesatz an bestimmten Stellen des Körpers, wonach man dann wohl Schenkelsammler (Halictus, Andrena, Dasypoda usw.), Schienensammler (z. B. Eucera, Anthophora) und Bauchsammler (Osmia, Anthidium, Megachile usw.) zu unterscheiden pflegt.

b) Die Verbreitung der Samen und Früchte durch Darbietung von Nahrung.

In einem früheren Abschnitt (S. 133) haben wir gesehen, wie die für die Pflanze so notwendige Verbreitung ihrer Samen und Früchte vielfach dadurch erreicht wird, daß dieselben durch irgendwelche Klettvorrichtungen vorüberstreifenden Tieren angeheftet und so transportiert werden. Es ist dies eine einfache Ausnutzung der Tierwelt ohne irgendeine Gegenleistung seitens der Pflanze. Nach einer ganz anderen Methode verfahren diejenigen Gewächse, welche, ähnlich wie bei der Heranziehung der Insekten zur Bestäubung, die zu beanspruchenden Dienste der Tiere bei der Verbreitung der Früchte durch eine entsprechende Belohnung, durch Darbietung von Nahrungsmaterial zu sichern streben und zu diesem Behufe dann auch das zu transportierende Objekt mit ähnlich auffälligen Farben zwecks Anlockung schmücken, wie dies bei den Blüten der Fall ist.

Da die Fruchtschale vornehmlich nur dem Schutze des reifenden Samens dient und für die weiteren Schicksale des reifen Samens ohne Bedeutung ist, so kann sie ohne Bedenken geopfert werden, vorausgesetzt, daß bei diesem Experiment die Samen im Inneren vor etwaigen weiteren Gelüsten der Tiere gesichert sind. Nach diesem Prinzipe ist der Bau der sog. Beerenfrüchte eingerichtet. Die Fruchtknotenwand wird beim Reifen mehr und mehr saftig oder fleischig, süß und wohlschmeckend. Zur Anlockung entwickeln sich nicht selten wohlriechende Äther (Erdbeere, Himbeere, Quitte, Ananas usw.), und die äußere Schicht der Schale zeigt lebhafte Farben, am häufigsten rot (Kirschen, Schneeball, Geisblatt, Vogelbeere, Johannisbeere, Traubenholunder, Berberitze, Mehlbeere, Stechpalme, Kellerhals, Maiblume, Spargel usw.), seltener schwarzblau (Schlehe, Faulbaum, Holunderflieder, Weintraube, Bickbeere, Wacholder usw.), weiß (Schneebeere, Mistel) oder grün (Weintraube, Kartoffelbeere, Stachelbeere). Zur Steigerung der Sichtbarkeit sind diese scheinenden Früchte oft in Trauben oder Trugdolden angeordnet, oder gar, gleich den Blüten der Com=

positen, zu „Sammelfrüchten" vereinigt (Himbeere, Brombeere) und bleiben, im Gegensatz zu anderen Früchten, auch dann noch am Baume hängen, wenn die Blätter längst abgefallen sind, und die animalische Nahrung der Beerenfresser knapp zu werden beginnt. An wertvollen Eiweißstoffen enthalten die Fruchtschalen verhältnismäßig wenig. Als Besucher werden in erster Linie die beerenfressenden Vögel, die Drosseln, Rotkehlchen, Fruchttauben usw., herangezogen, die sich von dem Fruchtfleische nähren; aber auch fliegende Hunde (für Feigen, Anonen, Bilbergien usw.), Palmenroller (für Kaffeefrüchte), Affen usw. spielen dabei eine Rolle. Die eingeschlossenen Samen sind in der Regel durch steinharte Samenschalen geschützt, so daß sie entweder achtlos zur Seite geworfen werden (Sperlinge — Kirschkerne), oder aber beim Verschlucktwerden der ganzen Beeren der Einwirkung der Verdauungssäfte widerstehen und unverändert teils aus dem Kropf, teils mit dem Kot wieder ausgeschieden werden. Diese letztere Art der Verbreitung der Samen erscheint um so vorteilhafter, als hierdurch zugleich für die Keimung eine Portion stickstoffhaltiger Dungstoffe dem sich entwickelnden Pflänzchen beigegeben wird.

Dieses allgemeine Schema kann nun im einzelnen mannigfache Modifikationen erleiden. Statt der Fruchtknotenwand sind es oft andere Organe in der Umgegend des Stempels, die fleischig und schmackhaft werden, wie der Blütenbodenkegel bei der Erdbeere, der Blütenbodentrichter bei der Rose (Hagebutte) und dem Kernobst, das Perigon bei der Maulbeere, der „Samenmantel" beim Spindelbaum (Evonymus) und bei der Muskatnuß. Bei der Maulbeere ist ein ganzer Blütenstand zu einer „Scheinbeere" vereinigt, und dasselbe ist in noch höherem Maße der Fall bei den Feigen, die eine fleischig gewordene Blütenstandsachse mit zahlreichen Blüten im Inneren darstellen. Die Samen sind nicht immer durch die Härte und Festigkeit der Samenschalen geschützt, sondern oft durch eine innere, holzig werdende Schicht der Fruchtschale, wie bei der Walnuß und den Steinfrüchten (Kirsche, Pflaume, Pfirsich usw.); auch durch Bitterstoffe und schlechten Geschmack der Samenschale kann das Verzehren der Samen verhindert werden (Apfelsine).

Wie bei dem Bestäubungsakt für den Transport des Pollens zuweilen selbst die Samenknospen und Samen geopfert werden

(Yucca, Ficusarten), so auch ist für die Verbreitung mancher Früchte der Samen selbst das den Tieren zum Fraße dargebotene Objekt. Nur in Anbetracht der im früheren (S. 37) besprochenen, ungeheuer hohen Vernichtungsziffer der produzierten Keime ist es verständlich, daß selbst bei einer scheinbar so unrationellen Methode die Pflanze doch noch zweifellos besser fährt, als wenn die Samen oder Früchte alle unmittelbar auf dem Boden der Mutterpflanze ihre Heimstätte aufschlagen müßten. Die einzige „Anpassung", die hier den Pflanzen zugute kommt und augenscheinlich bewirkt, daß trotz des zum Fressen Geeignetseins zahllose Samen diesem Schicksal entgehen und fern von der Mutterpflanze zum Keimen gelangen, dürfte darin bestehen, daß die Früchte, deren Samen verspeist zu werden pflegen, auffallend glatt und rund sind (Eicheln, Haselnüsse, Zirbelnüsse), so daß sie den Klauen der Säugetiere und Vögel, der Eichhörnchen, Haselmäuse, Eichelhäher, Nußhäher usw., leicht entgleiten und dann im Laub und Moos des Untergrundes deren weiteren Nachstellungen entgehen. Auch weiß man beispielsweise von den Eichhörnchen und Hähern, daß sie sich hier und da im Walde Magazine anlegen, ohne jedoch dieselben immer wieder auffinden zu können oder aufzusuchen. Ein ähnliches Entgleiten und Verstreuen dürfte auch bei vielen kleineren Sämereien stattfinden, die den Finken, Hänflingen, Stieglitzen, Meisen usw. zur Nahrung dienen.

Daß auch Insekten und zwar speziell die Ameisen sich an der Verbreitung mancher Früchte beteiligen, wurde schon bei den „ackerbautreibenden" Ameisen (S. 130) erwähnt. Hier mag nur noch hervorgehoben werden, daß von einheimischen Ameisen namentlich die Rasenameise (Tetramorium caespitum) eine große Liebhaberei für Samen besitzt und davon eine Menge in ihren Vorratskammern aufhäuft. Die in Betracht kommenden Samen zeichnen sich fast alle durch ein besonders großes, der Schale äußerlich anhaftendes, fleischiges Wärzchen, die Samen- oder Nabelschwiele, aus, die von den Ameisen allein begehrt wird, während sie den Samen selbst unversehrt lassen. Neben den Samen des Gartenveilchens, des Wachtelweizens, der Möhringie usw. werden vor allem diejenigen des Schöllkrautes von den Ameisen weithin verschleppt und häufig genug gerade an solche Stellen, wie Mauerritzen usw., an denen der Same ohne fremde Hilfe wohl schwerlich sich hätte ansiedeln können.

Von den Schnecken weiß man, daß sie bei der Verbreitung der Pilzsporen eine wichtige Rolle spielen, ja Versuche haben gezeigt, daß die Sporen vieler Hutpilze überhaupt erst dann keimen, wenn sie vorher den Darm der Schnecken passiert haben.

c) Symbiose von Tieren und Pflanzen.

Wenn wir, wie S. 98 bei Gelegenheit der Besprechung der Tiersymbiosen dargelegt, unter Symbiose eine Synökie, also ein Zusammenwohnen zweier Individuen verschiedener Organisation verstehen, durch das beiden Beteiligten annähernd gleiche Vorteile erwachsen, ja dessen Aufhören direkte Schädigungen des einen oder beider „Kontrahenten" herbeizuführen vermag, so dürfen wir auch zwischen Pflanze und Tier eine Reihe solcher Symbiosen annehmen, die sich dann sehr natürlich in zwei Gruppen scheiden, nämlich in solche, bei denen die Pflanze der „Wirt", das Tier sozusagen der hilfreiche Gast ist, und in solche, bei denen das Umgekehrte der Fall.

α) Tierische Gäste in Pflanzen.[1]

In erster Linie kommen hier diejenigen Pflanzen in Betracht, die mit den verschiedenen Gruppen der Ameisen in irgendwelche regelmäßigen Wechselbeziehungen getreten sind. Die Zahl dieser „Ameisenpflanzen" oder Myrmecophilen im weitesten Sinne ist eine sehr beträchtliche, da man bereits gegen 3000 Arten derselben kennt. Bei der Mehrzahl handelt es sich indes nur um verhältnismäßig lockere Beziehungen, indem sich das Wechselverhältnis darauf beschränkt, daß die Pflanzen an den verschiedensten Organen, die nicht zur Blüte gehören, wie Blattstielen, Blättern, Nebenblättern usw., Honig ausscheidende Drüsen, sog. extranuptiale Nektarien, ausbilden, die von den Ameisen ausgebeutet werden, wofür sie dann als Gegen-

1) Vgl. Delpino, F.: Funzione mirmecofila nel regno vegetale. Bologna 1886—89.
Derselbe: Piante formicarie in: Bull. orto bot. Napoli, Bd. I, 1899—1903.
Huth, E.: Ameisen als Pflanzenschutz. Verzeichnis der bisher bekannten myrmecophilen Pflanzen. Berlin 1886.
Schimper, W.: Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika. Jena 1888.
Treub, M.: Sur le Myrmecodia echinata. Ann. jardin de Buitenzorg III und VII. 1883 und 1888.

dienst die Pflanze von allerlei schädigendem Ungeziefer befreien. Schon bei vielen einheimischen Pflanzen, wie den Pappeln, dem Schneeball, Holunder, den Syringen, Wicken, Pflaumen, Mandeln usw., sind derartige Nektarien, vielfach sogar mit wegweisenden „Saftmalen", zu beobachten. In der oberitalienischen Tiefebene pflegt man am Fuße der Obstbäume alte, mit Ameisen besiedelte Eichenstümpfe zu befestigen, und die Chinesen der Provinz Canton schützen ihre Orangenbäume durch Anbringen von Nestern baumbewohnender Ameisen gegen Raupenfraß. Selbst manche Gallen haben es merkwürdigerweise verstanden, durch Honig- und Zuckerausscheidung (Cynips quercus melliariae, Mellophorus bagoti in Mexiko und andere) oder klebrige Säfte (Cynips calycis, Aphilotrix sieboldi) die Ameisen als Schutzgarde heranzuziehen.

Ein wirklich intimes, echt symbiotisches Verhältnis ist aber erst dort eingetreten, wo die Pflanzen außer der Nahrung auch Wohnung für ihre Schutzameisen bereitet haben, und diese letzteren nun wieder gegen eine ganz bestimmte, den Pflanzen drohende Gefahr ins Feld rücken. Dieser Fall ist wohl am längsten bekannt und am besten studiert bei den im ganzen wärmeren Amerika weit verbreiteten Imba-uba-Bäumen oder Cecropien (Cecropia peltata) aus der Familie der Urticaceen. Die Feinde, die dieser Pflanze drohen, sind die Blattschneideameisen (Atta discigera, hystrix usw.), die mit Vorliebe das Laub gerade dieses Baumes für ihre Pilzkulturen (vgl. S. 131) wählen und, wenn ungehindert, in kurzer Zeit die Bäume ihres Blattschmuckes berauben. Diesen Räubern nun werfen sich bei ihrem Nahen resp. Emporklettern am Stamm gewisse kleine, bissige Ameisen aus den Gattungen Azteca und Cremastogaster wütend entgegen, die im Inneren des Stammes Wohnung gefunden und nun aus kleinen Öffnungen desselben hervorbrechen. Der Stamm selbst ist im Inneren hohl und zeigt eine Reihe von Stengelgliedern, die je durch eine mit einer Durchtrittsöffnung versehenen Scheidewand getrennt sind. Bei Anlegung der Kolonie dringt das Ameisenweibchen durch eine am Ende einer Längsrinne der Außenrinde gelegene, durch weicheres Gewebe hierzu präformierte Stelle in das Innere und nährt, während jene Stelle wieder zuwächst, sich und ihre Brut von dem anfangs noch vorhandenen Mark der Internodien. Später, wenn die Arbeiter entwickelt sind, wird die Kommunikation mit der Außen-

welt durch neuerliche Öffnung der Eingangsstelle wieder hergestellt, und die Bewohner nähren sich nun von eigentümlichen, eiweißreichen, gestielten, weißen Kölbchen („Müllersche Körperchen"), welche die Cecropia zwischen einem Polster von Haaren am Grunde des Blattstieles der jungen Blätter hervorbringt. Derselbe Feind, die Sauba-Ameise, ist es, der auch verschiedene Akazien (Acacia cornigera, sphaerocephala) des tropischen Amerika in ganz ähnlicher Weise zur Ausbildung von Wohnräumen für eine Schutzgarde von Ameisen (Pseudomyrma) geführt hat. In diesem Falle sind es aber die ins Riesenhafte vergrößerten Stacheln, die von den Schutzameisen im Inneren besiedelt sind und nahe der Spitze ein ebenfalls durch zarteres Gewebe präformiertes, von den Ameisen geöffnetes Loch als Ausfallspforte besitzen. Die Nahrung wird hier, außer in Nektarien auf der Blattspindel, in Form kleiner Kügelchen namentlich an den Enden der Fiederchen der mehrfach gefiederten Blätter („Beltsche Körperchen") geboten. Aber auch aus anderen Ländern sind echte Myrmecophilen in ziemlicher Anzahl bekannt. Bei einer Verbenacee (Clerodendron fistulosum) von Borneo ist die Wohnung der Schutzameisen (Colobopsis clerodendri) ganz ähnlich im Inneren des Stammes wie bei dem Imbauba-Baum, statt der Müllerschen Körperchen aber finden sich nur Nektarien längs der Mittelrippe der Blätter. Bei einer Palmenart (Korthalsia) sind es die blasig erweiterten Blatttuten, bei einer anderen, dem Calamus amplectens, die zwei untersten, sich handförmig gegen den Stamm legenden Blattfiedern, welche den Ameisen Herberge gewähren. Aus den Familien der Euphorbiaceen, Myristicaceen, Melastomaceen usw. sind ähnliche symbiotische Verhältnisse bekannt geworden.

Besonderes Interesse erwecken schließlich noch gewisse, den Tropen Ostasiens angehörige Gattungen der Rubiaceen (Myrmecodia, Hydnophytum), welche als etwa $^3/_4$ Meter hohe strauchige oder krautige Gewächse auf Bäumen schmarotzen, und deren unteres, dem Baume aufsitzendes Stammstück zu einer oft fast kopfgroßen Knolle angeschwollen ist. Beim Durchschneiden ersieht man, daß das fleischige Gewebe dieser Knollen von einem vielverschlungenen Labyrinth von Gängen und Kanälen durchzogen ist, die von sehr bissigen Ameisen (vorwiegend Irridomyrmex cordata und Cremastogaster deformatus) bewohnt sind und auch frei mit der Außenwelt kommunizierende Öffnungen besitzen.

Es lag die Annahme nahe, daß es sich bei dieser eigenartigen Bildung um eine von der Pflanze speziell diesen Gästen angepaßte und den normalen Ameisenbauten etwa in alten Holzstümpfen ungemein ähnliche „Ameisenwohnung" handle. Da aber ein spezieller Feind, wie bei den Cecropien und Akazien, bisher nicht nachgewiesen, auch Treub gezeigt hat, daß das gleiche Kammersystem bei künstlicher Fernhaltung von Ameisen in den Pflanzen in gleicher Weise zur Entwickelung gelangt, so dürfte die Ansicht derer zu bevorzugen sein, welche in der merkwürdigen Knolle mit ihrem Kanallabyrinth in erster Linie ein für die Pflanze selbst nützliches Luftreservoir erblicken, das dann erst nachträglich von den Ameisen in ingeniöser Weise für ihre eigenen Zwecke ausgenutzt wird.

Neben den Ameisen sind es gewisse Rädertiere und Milben, die man vielleicht als Symbionten der Pflanzen bezeichnen könnte. In bezug auf die Rädertiere ist es bekannt, daß manche Arten derselben, namentlich aus der Gattung Callidina, oft in größeren Mengen in den eigentümlich urnenförmig gestalteten Blattgebilden (Amphigastrien) gewisser Lebermoose (Frullania) hausen. Man nimmt an, daß diese Rädertiere sich von den in die Urne geratenen mancherlei organischen Stoffen, wie Sporen, Algenzellen, Infusorien usw., nähren und dann durch ihren Dünger der Pflanze Vorteil gewähren. Bei gewissen Arten Brasiliens sind die kappenförmigen Amphigastrien sogar genau der Gestalt der sie bewohnenden Rädertierchen angepaßt.

Eine ziemlich weit verbreitete Symbiose scheint endlich noch zwischen gewissen blattbewohnenden Milben[1] (Eriophyes) und vielen Holzgewächsen zu bestehen. Auf den Blättern dieser Holzgewächse findet man sehr mannigfache kleine Verstecke und Behälter ausgebildet, die ausnahmslos von Milben bewohnt werden und daher den Namen Acarodomatien erhalten haben. Sie bestehen teils in dichten Haarschöpfen in den Winkeln der Nerven auf der Blattunterseite, wie bei den Linden, Erlen, Ulmen Ahornen, Haselnüssen, teils aus Umbiegungen des Blattrandes resp. seiner Zähne, wie bei den Eichen, teils endlich aus kleinen Grübchen oder Täschchen mit und ohne Haarbildungen, wie beim Kaffee, manchen Kreuzdorn- und Geißblattarten. Sorgfältige

1) Vgl. Büsgen, M.: Der Honigtau. Biologische Studie an Pflanzen und Pflanzenläusen. Jena 1891. — Lundström, A. N.: Die Anpassung der Pflanzen an Tiere. Upsala 1887.

Versuche haben ergeben, daß die Milben bereits auf den Keimpflanzen wie an den Samen vorhanden sind; anderseits ließ sich feststellen, daß die Acarodomatien auch zur Ausbildung gelangen, wenn jegliche Milbeninfektion verhindert wurde. Dagegen ist der Nutzen, den die Milben den Blättern gewähren, bisher wohl kaum genügend klargestellt. Lundström glaubt, daß sie vor allem eine Säuberung des Blattes von Pilzkeimen und anderen Unreinigkeiten bewirken; doch ist es nicht ausgeschlossen, daß es sich daneben auch um einen Schutz gegen Tiere handelt. In den Tropen scheint die Entwickelung der Acarodomatien ebenfalls weit verbreitet zu sein (viele Rubiaceen, Bignoniaceen, Lauraceen usw.).

β) Pflanzliche Gäste in Tieren.[1]

Schon seit langem kannte man eine Reihe grün gefärbter Tierformen im süßen Wasser, wie gewisse Amöben (Amoeba viridis), Infusorien (Euglena viridis, Stentor polymorphus, Bursaria), Schwämme (Spongilla fluviatilis, lacustris usw.), Süßwasserpolypen (Hydra viridis), Würmer (Vortex viridis), deren Farbstoff auffallende Übereinstimmung mit demjenigen der Chlorophyllkörper zeigt, aber erst seit etwa 25 Jahren wissen wir, daß es sich bei diesen Tieren, ähnlich wie bei zahlreichen Meerestieren aus den Gruppen der Radiolarien, Hydrozoen, Aktinien usw., um eine höchst merkwürdige Symbiose jener Tierarten mit gewissen Algenformen (Chlorella resp. Protococcus) handelt, die in den Geweben der Tiere ihren ständigen Wohnsitz aufgeschlagen haben. Für die besiedelten Tiere scheint durch diese Algen nicht nur eine vermehrte Zufuhr von Sauerstoff, sondern auch von seitens der Alge assimilierten Nahrungsstoffen herbeigeführt zu werden, wie wohl schon daraus erhellt, daß manche dieser grünen Tiere (z. B. Hydra, Bursaria) sich monate- und jahrelang auch in destilliertem Wasser am Leben erhielten, während ihre nächsten Verwandten darin zugrunde gingen. Für die Algenzellen aber ist infolge des tierischen Stoffwechsels beständig für eine reiche Zufuhr von Kohlensäure gesorgt, und ebenso dürfte ihr Stickstoffbedarf von seiten der sie umgebenden

---

1) Vgl. Brandt, K.: Über die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei den Tieren. Mitt. Zool. Stat. Neapel, IV, 1883. (Mit Literaturverz.) — Hertwig, O.: Die Symbiose oder das Genossenschaftsleben im Tierreich. Jena 1883.

animalischen Gewebe gedeckt werden. Merkwürdig erscheint es, daß diese Algenzellen von den tierischen Säften nicht verdaut werden, woraus man wohl auf eine diesbezügliche Anpassung schließen muß. Von einigen Tierspezies (z. B. Hydra) hat man übrigens die symbiotischen Algenzellen isoliert und gezüchtet, wodurch ihre Identität mit gewissen, auch sonst im Süßwasser verbreiteten Algen (Chlorella) erwiesen wurde; auch leben die Algenzellen noch längere Zeit fort, wenn das Tier bereits abgestorben ist. Im übrigen lassen sich manche Abstufungen in der Ausbildung dieser Art der Symbiose unterscheiden. So sind beim Süßwasserschwamm (Spongilla fluviatilis usw.) durchaus noch nicht alle Individuen mit Algenzellen besetzt, so daß man grüne und gelbe Exemplare unterscheiden kann. Bei Hydra hingegen und noch mehr bei Convoluta roscoffiensis, einer Turbellarie, sind sämtliche Exemplare der Art gleicherweise von den Algen infiziert, weil hier, im Gegensatz zu den Spongillen, ein Teil der Algenzellen vom Entoderm aus bereits in die Eizellen der Wirtstiere einwandert, ehe dasselbe den Körper verläßt. Die Versuche, farblose Hydra viridis durch Reinkultur aus Eiern zu gewinnen, mußten aus diesem Grunde ohne Erfolg bleiben.

Unter den Meerestieren zeigen namentlich die Radiolarien und zahlreiche Seeanemonen (Actinia-, Anthea-, Adamsia-, Sagartia-Arten usw.), aber auch manche Schwämme, Medusen, Würmer, ja selbst Stachelhäuter eine ähnliche Symbiose mit Algen. Die letzteren besitzen aber hier nicht einen grünen, sondern einen gelben Farbstoff und werden als Zooxanthellen bezeichnet. Bei den Radiolarien befinden sich dieselben in der die Zentralkapsel umgebenden Gallerthülle, bei den Seeanemonen in den Zellen der die Leibeshöhle auskleidenden Entodermschicht. Ihre Bedeutung für die Tiere dürfte die gleiche sein, wie die der chlorophyllgrünen Algen in den Süßwasserbewohnern.

Register.

Druck von B. G. Teubner in Dresden.

Amerika (s. a. Schulwesen). Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben. Von Prof. J. Laurence Laughlin. Mit 9 graph. Darstellungen. (Nr. 127.)

Ein Amerikaner behandelt für deutsche Leser die Fragen, die augenblicklich im Vordergrunde des öffentlichen Lebens in Amerika stehen, den Wettbewerb zwischen den Vereinigten Staaten und Europa — Schutzzoll und Reziprozität in den Vereinigten Staaten — Die Arbeiterfrage in den Vereinigten Staaten — Die amerikanische Trustfrage — Die Eisenbahnfrage in den Vereinigten Staaten — Die Bankfrage in den Vereinigten Staaten — Die herrschenden volkswirtschaftlichen Ideen in den Vereinigten Staaten.

——— Geschichte der Vereinigten Staaten von Amerika. Von Dr. E. Daenell. (Nr. 147.)

Gibt in großen Zügen eine übersichtliche Darstellung der geschichtlichen, kulturgeschichtlichen und wirtschaftlichen Entwicklung der Vereinigten Staaten von den ersten Kolonisationsversuchen bis zur jüngsten Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung der verschiedenen politischen, ethnographischen, sozialen und wirtschaftlichen Probleme, die zur Zeit die Amerikaner besonders bewegen.

Anthropologie s. Mensch.

Arbeiterschutz. Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. Von weil. Professor Dr. O. v. Zwiedineck-Südenhorst. (Nr. 78.)

Das Buch bietet eine gedrängte Darstellung des gemeiniglich unter dem Titel „Arbeiterfrage" behandelten Stoffes; insbesondere treten die Fragen der Notwendigkeit, Zweckmäßigkeit und der ökonomischen Begrenzung der einzelnen Schutzmaßnahmen und Versicherungseinrichtungen in den Vordergrund.

Arithmetik und Algebra (s. a. Mathematische Spiele) zum Selbstunterricht. Von Professor Dr. P. Crantz. I. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades. Mit 9 Figuren im Text. (Nr. 120.)

Will in leicht faßlicher und für das Selbststudium geeigneter Darstellung über die Anfangsgründe der Arithmetik und Algebra unterrichten und behandelt die sieben Rechnungsarten, die Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten und die Gleichungen zweiten Grades mit einer Unbekannten, wobei auch die Logarithmen so ausführlich behandelt sind, daß jemand an der Hand des Buches sich auch vollständig mit dem Gebrauche der Logarithmentafeln vertraut machen kann.

Astronomie (s. a. Kalender; Mond; Weltall). Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit. Von Professor Dr. S. Oppenheim. Mit 24 Abbildungen im Text. (Nr. 110.)

Schildert den Kampf der beiden hauptsächlichsten „Weltbilder", des die Erde und des die Sonne als Mittelpunkt betrachtenden, der einen bedeutungsvollen Abschnitt in der Kulturgeschichte der Menschheit bildet, wie er schon im Altertum bei den Griechen entstanden ist, anderthalb Jahrtausende später zu Beginn der Neuzeit durch Kopernikus von neuem aufgenommen wurde und da erst mit einem Siege des heliozentrischen Systems schloß.

Atome s. Moleküle.

Auge. Das Auge des Menschen und seine Gesundheitspflege. Von Privatdozent Dr. med. Georg Abelsdorff. Mit 15 Abb. im Text. (Nr. 149.)

Schildert die Anatomie des menschlichen Auges sowie die Leistungen des Gesichtsinnes, besonders soweit sie außer dem medizinischen ein allgemein wissenschaftliches oder ästhetisches Interesse beanspruchen können, und behandelt die Gesundheitspflege (Hygiene) des Auges, besonders Schädigungen, Erkrankungen und Verletzungen des Auges, Kurzsichtigkeit und erhebliche Augenkrankheiten, sowie die künstliche Beleuchtung.

Automobil. Das Automobil. Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens. Von Ing. Karl Blau. Mit 83 Abb. (Nr. 166.)

Gibt in gedrängter Darstellung und leichtfaßlicher Form einen anschaulichen Überblick über das Gesamtgebiet des modernen Automobilismus, so daß sich auch der Nichttechniker mit den Grundprinzipien rasch vertraut machen kann, und behandelt das Benzinautomobil, das Elektromobil und das Dampfautomobil nach ihren Kraftquellen und sonstigen technischen Einrichtungen, wie Zündung, Kühlung, Bremsen, Stundung, Bereifung usw.

Baukunst (s. a. Städtebilder). Deutsche Baukunst im Mittelalter. Von Professor Dr. A. Matthaei. 2. Auflage. Mit Abbildungen im Text und auf 2 Doppeltafeln. (Nr. 8.)

Der Verfasser will mit der Darstellung der Entwicklung der deutschen Baukunst des Mittelalters zugleich über das Wesen der Baukunst als Kunst aufklären, indem er zeigt, wie sich im Verlauf der Entwicklung die Raumvorstellung klärt und vertieft, wie das technische Können wächst und die praktischen Aufgaben sich erweitern, wie die romanische Kunst geschaffen und zur Gotik weiter entwickelt wird.

Beethoven s. Musik.

Befruchtungsvorgang. Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. Ernst Teichmann. Mit 7 Abbildungen im Text und 4 Doppeltafeln. (Nr. 70.)

Will die Ergebnisse der modernen Forschung, die sich mit dem Befruchtungsproblem befaßt, darstellen. Ei und Samen, ihre Genese, ihre Reifung und ihre Vereinigung werden behandelt, im Chromatin die materielle Grundlage der Vererbung aufgezeigt und als die Bedeutung des Befruchtungsvorgangs eine Mischung der Qualität zweier Individuen.

Beleuchtungsarten. Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. phil. Wilhelm Brüsch. Mit 155 Abbildungen im Text. (Nr. 108.)

Gibt einen Überblick über ein gewaltiges Arbeitsfeld deutscher Technik und Wissenschaft, indem die technischen und wissenschaftlichen Bedingungen für die Herstellung einer wirtschaftlichen Lichtquelle und die Methoden für die Beurteilung ihres wirklichen Wertes für den Verbraucher, die einzelnen Beleuchtungsarten sowohl hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Grundlagen als auch ihrer Technik und Herstellung behandelt werden.

Bevölkerungslehre. Von Professor Dr. M. Haushofer. (Nr. 50.)

Will in gedrängter Form das Wesentliche der Bevölkerungslehre geben über Ermittlung der Volkszahl, über Gliederung und Bewegung der Bevölkerung, Verhältnis der Bevölkerung zum bewohnten Boden und die Ziele der Bevölkerungspolitik.

Bibel (s. a. Jesus; Religion). Der Text des Neuen Testaments nach seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Div.-Pfarrer A. Pott. Mit 8 Tafeln. (Nr. 134.)

Will in die das allgemeine Interesse an der Textkritik bekundende Frage: „Ist der ursprüngliche Text des Neuen Testamentes überhaupt noch herzustellen?" durch die Erörterung der Verschiedenheiten des Luthertextes (des früheren, revidierten und durchgesehenen) und seines Verhältnisses zum heutigen (deutschen) „berichtigten" Text, einführen, den „ältesten Spuren des Textes" nachgehen, eine „Einführung in die Handschriften" wie die „ältesten Übersetzungen" geben und in „Theorie und Praxis" zeigen, wie der Text berichtigt und rekonstruiert wird.

Bildungswesen (s. a. Schulwesen). Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlichen Entwickelung. Von Prof. Dr. Friedrich Paulsen. (Nr. 100.)

Auf beschränktem Raum löst der Verfasser die schwierige Aufgabe, indem er das Bildungswesen stets im Rahmen der allgemeinen Kulturbewegung darstellt, so daß die gesamte Kulturentwicklung unseres Volkes in der Darstellung seines Bildungswesens wie in einem verkleinerten Spiegelbild zur Erscheinung kommt. So wird aus dem Büchlein nicht nur für die Erkenntnis der Vergangenheit, sondern auch für die Forderungen der Zukunft reiche Frucht erwachsen.

Biologie s. Abstammungslehre; Ameisen; Befruchtungsvorgang; Leben; Meeresforschung; Pflanzen; Plankton; Tierleben.

Botanik s. Obstbau; Pflanzen; Wald.

Buchwesen s. Illustrationskunst; Schriftwesen.

Buddha. Leben und Lehre des Buddha. Von Professor Dr. Richard Pischel. Mit 1 Tafel. (Nr. 109.)

Gibt nach einer Übersicht über die Zustände Indiens zur Zeit des Buddha eine Darstellung des Lebens des Buddha, seiner Stellung zu Staat und Kirche, seiner Lehrweise, sowie seiner Lehre, seiner Ethik und der weiteren Entwicklung des Buddhismus.

Chemie (s. a. Haushalt; Metalle). Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimental-Chemie. Von Professor Dr. R. Blochmann. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abb. im Text. (Nr. 5.)

Führt unter besonderer Berücksichtigung der alltäglichen Erscheinungen des praktischen Lebens in das Verständnis der chemischen Erscheinungen ein und zeigt die praktische Bedeutung desselben für unser Wohlergehen.

Christentum (s. a. Bibel; Jesus; Religion). Aus der Werdezeit des Christentums. Studien und Charakteristiken. Von Prof. Dr. J. Geffcken. (Nr. 54.)

Gibt durch eine Reihe von Bildern eine Vorstellung von der Stimmung im alten Christentum und von seiner inneren Kraft und verschafft so ein Verständnis für die ungeheure und vielseitige welthistorische kultur- und religionsgeschichtliche Bewegung.

Dampf und Dampfmaschine. Von Professor Dr. R. Vater. Mit 44 Abbildungen. (Nr. 63.)

Schildert die inneren Vorgänge im Dampfkessel und namentlich im Zylinder der Dampfmaschine, um so ein richtiges Verständnis des Wesens der Dampfmaschine und der in der Dampfmaschine sich abspielenden Vorgänge zu ermöglichen.

Darwinismus s. Abstammungslehre.

Deutschland s. Kolonien; Volksstämme; Wirtschaftsgeschichte.

Drama (s. a. Theater). Das deutsche Drama des neunzehnten Jahrhunderts. In seiner Entwicklung dargestellt von Professor Dr. G. Witkowski. 2. Auflage. Mit einem Bildnis Hebbels. (Nr. 51.)

Sucht in erster Linie auf historischem Wege das Verständnis des Dramas der Gegenwart anzubahnen und berücksichtigt die drei Faktoren, deren jeweilige Beschaffenheit die Gestaltung des Dramas bedingt: Kunstanschauung, Schauspielkunst und Publikum.

Dürer. Albrecht Dürer. Von Dr. Rudolf Wustmann. Mit 33 Abbildungen im Text. (Nr. 97.)

Eine schlichte und knappe Erzählung des gewaltigen menschlichen und künstlerischen Entwicklungsganges Albrecht Dürers und eine Darstellung seiner Kunst, in der nacheinander seine Selbst- und Angehörigenbildnisse, die Zeichnungen zur Apokalypse, die Darstellungen von Mann und Weib, das Marienleben, die Stiftungsgemälde, die Radierungen von Rittertum, Trauer und Heiligkeit sowie die wichtigsten Werke aus der Zeit der Reife behandelt werden.

Ehe und Eherecht. Von Professor Dr. Ludwig Wahrmund. (Nr. 115.)

Schildert in gedrängter Fassung die historische Entwicklung des Ehebegriffes von den orientalischen und klassischen Völkern an nach seiner natürlichen, sittlichen und rechtlichen Seite und untersucht das Verhältnis von Staat und Kirche auf dem Gebiete des Eherechtes, behandelt darüber hinaus aber auch alle jene Fragen über die rechtliche Stellung der Frau und besonders der Mutter, die immer lebhafter die öffentliche Meinung beschäftigen.

Eisenbahnen (s. a. Technik; Verkehrsentwicklung). Die Eisenbahnen, ihre Entstehung und gegenwärtige Verbreitung. Von Professor Dr. F. Hahn. Mit zahlreichen Abbildungen im Text und einer Doppeltafel. (Nr. 71.)

Nach einem Rückblick auf die frühesten Zeiten des Eisenbahnbaues führt der Verfasser die Eisenbahn im allgemeinen nach ihren Hauptmerkmalen vor. Der Bau des Bahnkörpers, der Tunnel, die großen Brückenbauten, sowie der Betrieb selbst werden besprochen, schließlich ein Überblick über die geographische Verbreitung der Eisenbahnen gegeben.

——— Die technische Entwicklung der Eisenbahnen der Gegenwart. Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor E. Biedermann. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. (Nr. 144.)

Nach einem geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Eisenbahnen werden die wichtigsten Gebiete der modernen Eisenbahntechnik behandelt, der Oberbau, Entwicklung und Umfang der Spurbahnnetze in den verschiedenen Ländern, die Geschichte des Lokomotivenwesens bis zur Ausbildung der Heißdampflokomotiven einerseits und des elektrischen Betriebes andererseits, sowie der Sicherung des Betriebes durch Stellwerks- und Blockanlagen.

Eisenhüttenwesen. Das Eisenhüttenwesen. Erläutert in acht Vorträgen von Geh. Bergrat Professor Dr. H. Wedding. 2. Auflage. Mit 12 Figuren im Text. (Nr. 20.)

Schildert in gemeinfaßlicher Weise, wie Eisen, das unentbehrlichste Metall, erzeugt und in seine Gebrauchsformen gebracht wird. Besonders wird der Hochofenprozeß nach seinen chemischen, physikalischen und geologischen Grundlagen geschildert, die Erzeugung der verschiedenen Eisenarten und die dabei in Betracht kommenden Prozesse erörtert.

Elektrotechnik (s. a. Funkentelegraphie). Grundlagen der Elektrotechnik. Von Dr. Rud. Blochmann. Mit zahlreichen Abb. im Text. (Nr. 168.)

Eine durch lehrreiche Abbildungen unterstützte Darstellung der elektrischen Erscheinungen, ihrer Grundgesetze und ihrer Beziehungen zum Magnetismus, sowie eine Einführung in das Verständnis der zahlreichen praktischen Anwendungen der Elektrizität in den Maschinen zur Krafterzeugung, wie in der elektrischen Beleuchtung und in der Chemie.

Entdeckungen (s. a. Polarforschung). Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Professor Dr. S. Günther. 2. Auflage. Mit einer Weltkarte. (Nr. 26.)

Mit lebendiger Darstellungsweise sind hier die großen weltbewegenden Ereignisse der geographischen Renaissancezeit ansprechend geschildert, von der Begründung der portugiesischen Kolonialherrschaft und den Fahrten des Columbus an bis zu dem Hervortreten der französischen, britischen und holländischen Seefahrer.

Erde (s. a. Mensch und Erde; Wirtschaftsgeschichte). Aus der Vorzeit der Erde. Vorträge über allgemeine Geologie. Von Professor Dr. Fr. Frech. Mit 49 Abbildungen im Text und auf 5 Doppeltafeln. (Nr. 61.)

Erörtert die interessantesten und praktisch wichtigsten Probleme der Geologie: die Tätigkeit der Vulkane, das Klima der Vorzeit, Gebirgsbildung, Korallenriffe, Talbildung und Erosion, Wildbäche und Wildbachverbauung.

Erfindungswesen s. Gewerbe.

Ernährung (s. a. Alkoholismus; Haushalt; Kaffee; Säugling). Ernährung und Volksnahrungsmittel. Sechs Vorträge von weil. Professor Dr. Johannes Frentzel. Mit 6 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. (Nr. 19.)

Gibt einen Überblick über die gesamte Ernährungslehre. Durch Erörterung der grundlegenden Begriffe werden die Zubereitung der Nahrung und der Verdauungsapparat besprochen und endlich die Herstellung der einzelnen Nahrungsmittel, insbesondere auch der Konserven behandelt.

Erziehung. (s. a. Jugendfürsorge; Knabenhandarbeit; Pädagogik). Moderne Erziehung in Haus und Schule. Vorträge in der Humboldt-Akademie zu Berlin. Von J. Tews. (Nr. 159.)

Betrachtet die Erziehung als Sache nicht eines einzelnen Berufes, sondern der gesamten gegenwärtigen Generation, zeichnet scharf die Schattenseiten der modernen Erziehung und zeigt Mittel und Wege für eine allseitige Durchdringung des Erziehungsproblems. In diesem Sinne werden die wichtigsten Erziehungsfragen behandelt: Die Familie und ihre pädagogischen Mängel, der Lebensmorgen des modernen Kindes, Bureaukratie und Schematismus, Persönlichkeitspädagogik, Zucht und Zuchtmittel, die religiöse Frage, gemeinsame Erziehung der Geschlechter, die Armen am Geiste, Erziehung der reiferen Jugend usw.

Farben s. Licht.

Frauenarbeit. Die Frauenarbeit, ein Problem des Kapitalismus. Von Privatdozent Dr. Robert Wilbrandt. (Nr. 106.)

Das Thema wird als ein brennendes Problem behandelt, das uns durch den Kapitalismus aufgegeben worden ist, und behandelt von dem Verhältnis von Beruf und Mutterschaft aus, als dem zentralen Problem der ganzen Frage, die Ursachen der niedrigen Bezahlung der weiblichen Arbeit, die daraus entstehenden Schwierigkeiten in der Konkurrenz der Frauen mit den Männern, den Gegensatz von Arbeiterinnenschutz und Befreiung der weiblichen Arbeit.

Frauenbewegung. Die moderne Frauenbewegung. Von Dr. Käthe Schirmacher. (Nr. 67.)

Gibt einen Überblick über die Haupttatsachen der modernen Frauenbewegung in allen Ländern und schildert eingehend die Bestrebungen der modernen Frau auf dem Gebiet der Bildung, der Arbeit, der Sittlichkeit, der Soziologie und Politik.

Frauenkrankheiten. Gesundheitslehre für Frauen. Von Privatdozent Dr. R. Sticher. Mit 13 Abbildungen im Text. (Nr. 171.)

Eine Gesundheitslehre für Frauen, die über die Anlage des weiblichen Organismus und seine Pflege unterrichtet, zeigt, wie diese bereits im Kindesalter beginnen muß, welche Bedeutung die allgemeine körperliche und geistige Hygiene insbesondere in der Zeit der Entwickelung hat, um sich dann eingehend mit dem Beruf der Frau als Gattin und Mutter zu beschäftigen.

Frauenleben. Deutsches Frauenleben im Wandel der Jahrhunderte. Von Direktor Dr. Ed. Otto. Mit 25 Abbildungen. (Nr. 45.)

Gibt ein Bild des deutschen Frauenlebens von der Urzeit bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts, von Denken und Fühlen, Stellung und Wirksamkeit der deutschen Frau, wie sie sich im Wandel der Jahrhunderte darstellen.

Friedensbewegung (s. a. Recht). Die moderne Friedensbewegung. Von Alfred H. Fried. (Nr. 157.)

Entwickelt das Wesen und die Ziele der Friedensbewegung, gibt dann eine Darstellung der Schiedsgerichtsbarkeit in ihrer Entwicklung und gegenwärtigem Umfang mit besonderer Berücksichtigung der hohen Bedeutung der Haager Friedenskonferenz, beschäftigt sich hierauf mit dem Abrüstungsproblem und gibt zum Schluß einen eingehenden Überblick über die Geschichte der Friedensbewegungen und eine chronologische Darstellung der für sie bedeutsamen Ereignisse.

Friedrich Fröbel. Sein Leben und sein Wirken. Von Adele von Portugall. (Nr. 82.)

Lehrt die grundlegenden Gedanken der Methode Fröbels kennen und gibt einen Überblick seiner wichtigsten Schriften mit Betonung aller jener Kernaussprüche, die treuen und oft ratlosen Müttern als Wegweiser in Ausübung ihres hehrsten und heiligsten Berufes dienen können.

Funkentelegraphie. Die Funkentelegraphie. Von Ober-Postpraktikant H. Thurn. Mit 50 Illustrationen. (Nr. 167.)

Nach einer Übersicht über die elektrischen Vorgänge bei der Funkentelegraphie und einer eingehenden Darstellung des Systems Telefunken werden die für die verschiedenen Anwendungsgebiete erforderlichen einzelnen Konstruktionstypen vorgeführt, (Schiffsstationen, Landstationen, Militärstationen und solche für den Eisenbahndienst), wobei nach dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik in jüngster Zeit ausgeführte Anlagen beschrieben werden. Danach wird der Einfluß der Funkentelegraphie auf Wirtschaftsverkehr und das Wirtschaftsleben (im Handels- und Kriegsseeverkehr, für den Heeresdienst, für den Wetterdienst usw.) sowie im Anschluß daran die Regelung der Funkentelegraphie im deutschen und internationalen Verkehr erörtert.

Fürsorgewesen s. Jugendfürsorge.

Fürstentum. Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen. Von Professor Dr. E. Hubrich. (Nr. 80.)

Der Verfasser zeigt in großen Umrissen den Weg, auf dem deutsches Fürstentum und deutsche Volksfreiheit zu dem in der Gegenwart geltenden wechselseitigen Ausgleich gelangt sind, unter besonderer Berücksichtigung der preußischen Verfassungsverhältnisse. Nach kürzerer Beleuchtung der älteren Verfassungspartie schildert der Verfasser die Begründung des fürstlichen Absolutismus und demgegenüber das Erwachen, Fortschreiten und Siegen des modernen Konstitutionalismus.

Gasmaschinen s. Wärmekraftmaschinen.

Geisteskrankheiten. Von Anstaltsoberarzt Dr. Georg Ilberg. (Nr. 151.)

Erörtert das Wesen der Geisteskrankheiten und an eingehend zur Darstellung gelangenden Beispielen die wichtigsten Formen geistiger Erkrankung, um so ihre Kenntnis zu fördern, die richtige Beurteilung der Zeichen geistiger Erkrankung und damit eine rechtzeitige verständnisvolle Behandlung derselben zu ermöglichen.

Geographie s. Entdeckungen; Japan; Kolonien; Mensch; Palästina; Polarforschung; Städte; Volksstämme; Wirtschaftsleben.

Geologie s. Erde.

Germanen. Germanische Kultur in der Urzeit. Von Dr. G. Steinhausen. Mit 17 Abbildungen. (Nr. 75.)

Das Büchlein beruht auf eingehender Quellenforschung und gibt in fesselnder Darstellung einen Überblick über germanisches Leben von der Urzeit bis zur Berührung der Germanen mit der römischen Kultur.

——— Germanische Mythologie. Von Dr. Julius von Negelein. (Nr. 95.)

Der Verfasser gibt ein Bild germanischen Glaubenslebens, indem er die Äußerungen religiösen Lebens namentlich auch im Kultus und in den Gebräuchen des Aberglaubens aufsucht, sich überall bestrebt, das zugrunde liegende psychologische Motiv zu entdecken, die verwirrende Fülle mythischer Tatsachen und einzelner Namen aber demgegenüber zurücktreten läßt.

Geschichte (s. a. Amerika; Bildungswesen; Entdeckungen; Frauenleben; Fürstentum; Germanen; Japan; Jesuiten; Ingenieurtechnik; Kalender; Kriegswesen; Kultur; Kunstgeschichte; Literaturgeschichte; Luther; Münze; Musik; Palästina; Pompeji; Rom; Schulwesen; Städtewesen; Volksstämme; Welthandel; Wirtschaftsgeschichte).

Geschichte. Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert. Von Professor Dr. K. Th. Heigel. (Nr. 129.)
Bietet eine knappe Darstellung der wichtigsten politischen Ereignisse vom Ausbruche der französischen Revolution bis zum Ausgang des 19. Jahrhunderts, womit eine Schilderung der politischen Ideen Hand in Hand geht und wobei überall Ursache und Folge, d. h. der innere Zusammenhang der einzelnen Vorgänge, dargelegt, auch Sinnesart und Taten wenigstens der einflußreichsten Persönlichkeiten gewürdigt werden.

——— Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte. Von Professor Dr. Ottokar Weber. 2 Bändchen. (Nr. 123. 124.)
Ein knappes und doch eindrucksvolles Bild der nationalen und kulturellen Entwickelung der Neuzeit, das aus den vier Jahrhunderten je drei Persönlichkeiten herausgreift, die bestimmend eingegriffen haben in den Werdegang deutscher Geschichte. Der große Reformator, Regenten großer und kleiner Staaten, Generale, Diplomaten kommen zu Wort. Was Martin Luther einst geträumt: ein nationales deutsches Kaiserreich, unter Bismarck steht es begründet da.

——— 1848. Sechs Vorträge von Professor Dr. Ottokar Weber. (Nr. 53.)
Bringt auf Grund des überreichen Materials in knapper Form eine Darstellung der wichtigen Ereignisse des Jahres 1848, dieser nahezu über ganz Europa verbreiteten großen Bewegung in ihrer bis zur Gegenwart reichenden Wirkung.

——— Restauration und Revolution. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer. (Nr. 37.)

——— Die Reaktion und die neue Ära. Skizzen zur Entwickelungsgeschichte der Gegenwart. Von Professor Dr. Richard Schwemer. (Nr. 101.)

——— Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwickelungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer. (Nr. 102.)
Die 3 Bändchen geben zusammen eine in Auffassung und Darstellung durchaus eigenartige Geschichte des deutschen Volkes im 19. Jahrhundert. „Restauration und Revolution" behandelt das Leben und Streben des deutschen Volkes in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, von dem ersten Aufleuchten des Gedankens des nationalen Staates bis zu dem tragischen Sturze in der Mitte des Jahrhunderts. „Die Reaktion und die neue Ära", beginnend mit der Zeit der Ermattung nach dem großen Aufschwung von 1848, stellt in den Mittelpunkt des Prinzen von Preußen und Otto von Bismarcks Schaffen. „Vom Bund zum Reich" zeigt uns Bismarck mit sicherer Hand die Grundlage des Reiches vorbereitend und dann immer entschiedener allem Geschehenen das Gepräge seines Geistes verleihend.

Gesundheitslehre (s. a. Alkoholismus; Ernährung; Frauenkrankheiten; Geisteskrankheiten; Haushalt; Heilwissenschaft; Krankenpflege; Leibesübungen; Mensch; Nervensystem; Säugling; Schulhygiene; Stimme; Tuberkulose). Acht Vorträge aus der Gesundheitslehre. Von Professor Dr. H. Buchner. 2. Auflage, besorgt von Professor Dr. M. Gruber. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. (Nr. 1.)
In klarer und überaus fesselnder Darstellung unterrichtet der Verfasser über die äußeren Lebensbedingungen des Menschen, über das Verhältnis von Luft, Licht und Wärme zum menschlichen Körper, über Kleidung und Wohnung, Bodenverhältnisse und Wasserversorgung, die Krankheiten erzeugenden Pilze und die Infektionskrankheiten, kurz über wichtige Fragen der Hygiene.

Gewerbe. Der gewerbliche Rechtsschutz in Deutschland. Von Patentanwalt B. Tolksdorf. (Nr. 138.)
Nach einem allgemeinen Überblick über Entstehung und Entwicklung des gewerblichen Rechtsschutzes und einer Bestimmung der Begriffe Patent und Erfindung wird zunächst das deutsche

Patentrecht behandelt, wobei der Gegenstand des Patentes, der Patentberechtigte, das Verfahren in Patentsachen, die Rechte und Pflichten des Patentinhabers, das Erlöschen des Patentrechtes und die Verletzung und Anmaßung des Patentschutzes erörtert werden. Sodann wird das Muster- und Warenzeichenrecht dargestellt und dabei besonders Art und Gegenstand der Muster, ihre Nachbildung, Eintragung, Schutzdauer und Löschung klargelegt. Ein weiterer Abschnitt befaßt sich mit den internationalen Verträgen und dem Ausstellungsschutz. Zum Schlusse wird noch die Stellung der Patentanwälte besprochen.

Handfertigkeit s. Knabenhandarbeit.

Handwerk. Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Direktor Dr. Ed. Otto. 2. Aufl. Mit 27 Abb. auf 8 Tafeln. (Nr. 14.)

Eine Darstellung der Entwicklung des deutschen Handwerks bis in die neueste Zeit, der großen Umwälzung aller wirtschaftlichen Verhältnisse im Zeitalter der Eisenbahnen und Dampfmaschinen und der Handwerkerbewegungen des 19. Jahrhunderts, wie des älteren Handwerkslebens, seiner Sitten, Bräuche und Dichtung.

Haus (s. a. Kunst). Das deutsche Haus und sein Hausrat. Von Professor Dr. Rudolf Meringer. Mit 106 Abbildungen, darunter 85 von Professor A. von Schroetter. (Nr. 116.)

Das Buch will das Interesse an dem deutschen Haus, wie es geworden ist, fördern; mit zahlreichen künstlerischen Illustrationen ausgestattet, behandelt es nach dem „Herdhaus" das oberdeutsche Haus, führt dann anschaulich die Einrichtung der für dieses charakteristischen Stube, den Ofen, den Tisch, das Eßgerät vor und gibt einen Überblick über die Herkunft von Haus und Hausrat.

——— Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses. Von Regierungsbaumeister a. D. Chr. Ranck. Mit 70 Abbildungen. (Nr. 121.)

Der Verfasser führt den Leser in das Haus des germanischen Landwirtes und zeigt dessen Entwicklung, wendet sich dann dem Hause der skandinavischen Bauern zu, um hierauf die Entwicklung des deutschen Bauernhauses während des Mittelalters darzustellen und mit einer Schilderung der heutigen Form des deutschen Bauernhauses zu schließen.

Haushalt (s. a. Kaffee). Die Naturwissenschaften im Haushalt. Von Dr. J. Bongardt. 2 Bändchen. (Nr. 125. 126.)

I. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für die Gesundheit der Familie? Mit 31 Abbildungen.
II. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für gute Nahrung? Mit 17 Abbildungen.

Selbst gebildete Hausfrauen können sich Fragen nicht beantworten wie die, weshalb sie z. B. kondensierte Milch auch in der heißen Zeit in offenen Gefäßen aufbewahren können, weshalb sie hartem Wasser Soda zusetzen, weshalb Obst im kupfernen Kessel nicht erkalten soll. Da soll hier an der Hand einfacher Beispiele, unterstützt durch Experimente und Abbildungen, das naturwissenschaftliche Denken der Leserinnen so geschult werden, daß sie befähigt werden, auch solche Fragen selbst zu beantworten, die das Buch unberücksichtigt läßt.

——— Chemie in Küche und Haus. Von Professor Dr. G. Abel. Mit Abbildungen im Text und einer mehrfarbigen Doppeltafel. (Nr. 76.)

Das Bändchen will Gelegenheit bieten, die in Küche und Haus täglich sich vollziehenden chemischen und physikalischen Prozesse richtig zu beobachten und nutzbringend zu verwerten. So wird Heizung und Beleuchtung, vor allem aber die Ernährung erörtert, werden tierische und pflanzliche Nahrungsmittel, Genußmittel und Getränke behandelt.

Haydn s. Musik.

Heilwissenschaft (s. a. Auge; Geisteskrankheiten; Gesundheitslehre; Krankenpflege; Säugling). Die moderne Heilwissenschaft. Wesen u. Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. E. Biernacki. Deutsch von Badearzt Dr. S. Ebel. (Nr. 25.)

Will in den Inhalt des ärztlichen Wissens und Könnens von einem allgemeineren Standpunkte aus einführen, indem die geschichtliche Entwicklung der medizinischen Grundbegriffe, die Leistungsfähigkeit und die Fortschritte der modernen Heilkunst, die Beziehungen zwischen der Diagnose und der Behandlung der Krankheit, sowie die Grenzen der modernen Diagnostik behandelt werden.

——— Der Aberglaube in der Medizin und seine Gefahr für Gesundheit und Leben. Von Professor Dr. D. von Hansemann. (Nr. 83.)

Behandelt alle menschlichen Verhältnisse, die in irgend einer Beziehung zu Leben und Gesundheit stehen, besonders mit Rücksicht auf viele schädliche Aberglauben, die geeignet sind, Krankheiten zu fördern, die Gesundheit herabzusetzen und auch in moralischer Beziehung zu schädigen.

Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor O. Flügel. (Nr. 164.)

Herbarts Lehre zu kennen, ist für den Philosophen wie für den Pädagogen gleich wichtig. Aber seine eigenartige Terminologie und Deduktionsweise erschwert das Einleben in seine Gedankengefilde. Flügel übernimmt es mit musterhaftem Geschick, der Interpret des Meisters zu sein, dessen Werdegang zu prüfen, seine Philosophie und Pädagogik gemeinverständlich darzustellen.

Hilfsschulwesen (s. a. Geisteskrankheiten; Jugendfürsorge). Vom Hilfsschulwesen. Von Rektor Dr. B. Maennel. (Nr. 73.)

Es wird in kurzen Zügen eine Theorie und Praxis der Hilfsschulpädagogik gegeben. An Hand der vorhandenen Literatur und auf Grund von Erfahrungen wird nicht allein zusammengestellt, was bereits geleistet worden ist, sondern auch hervorgehoben, was noch der Entwicklung und Bearbeitung harrt.

Japan (s. a. Kunst). Die Japaner und ihre wirtschaftliche Entwicklung. Von Professor Dr. K. Rathgen. (Nr. 72.)

Vermag auf Grund eigener langjähriger Erfahrung ein wirkliches Verständnis der merkwürdigen und für uns wirtschaftlich so wichtigen Erscheinung der fabelhaften Entwicklung Japans zu eröffnen.

Jesuiten. Die Jesuiten. Eine historische Skizze von Professor Dr. H. Boehmer. (Nr. 49.)

Ein Büchlein nicht für oder gegen, sondern über die Jesuiten, also der Versuch einer gerechten Würdigung des vielgenannten Ordens, das nicht nur von der sogenannten Jesuitenmoral oder von der Ordensverfassung, sondern auch von der Jesuitenschule, von den Leistungen des Ordens auf dem Gebiete der geistigen Kultur, von dem Jesuitenstaate usw. handelt.

Jesus (s. a. Bibel; Christentum; Religion). Die Gleichnisse Jesu. Zugleich Anleitung zu einem quellenmäßigen Verständnis der Evangelien. Von Lic. Professor Dr. H. Weinel. 2. Auflage. (Nr. 46.)

Will gegenüber kirchlicher und nichtkirchlicher Allegorisierung der Gleichnisse Jesu mit ihrer richtigen, wörtlichen Auffassung bekannt machen und verbindet damit eine Einführung in die Arbeit der modernen Theologie.

——— Jesus und seine Zeitgenossen. Von Pastor K. Bonhoff. (Nr. 89.)

Die ganze Herbheit und köstliche Frische des Volkskindes, die hinreißende Hochherzigkeit und prophetische Überlegenheit des genialen Volksmannes, die reife Weisheit des Jüngerbildners und die religiöse Tiefe und Weite des Evangeliumverkünders von Nazareth wird erst empfunden, wenn man ihn in seinem Verkehr mit den ihn umgebenden Menschengestalten, Volks- und Parteigruppen zu verstehen sucht, wie es dieses Büchlein tun will.

Jesus. Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Pfarrer Dr. Paul Mehlhorn. (Nr. 137.)

Will zeigen, was von dem im Neuen Testament uns überlieferten Leben Jesu als wirklicher Tatbestand festzuhalten, was als Sage oder Dichtung zu betrachten ist, durch Darlegung der Grundsätze, nach denen die Scheidung des geschichtlich Glaubwürdigen und der es umrankenden Phantasiegebilde vorzunehmen ist und durch Vollziehung der so gekennzeichneten Art chemischer Analyse an den wichtigsten Stoffen des „Lebens Jesu".

Illustrationskunst. Die deutsche Illustration. Von Professor Dr. Rudolf Kautzsch. Mit 35 Abbildungen. (Nr. 44.)

Behandelt ein besonders wichtiges und besonders lehrreiches Gebiet der Kunst und leistet zugleich, indem es an der Hand der Geschichte das Charakteristische der Illustration als Kunst zu erforschen sucht, ein gut Stück „Kunsterziehung".

Ingenieurtechnik. Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Baurat Kurt Merckel. 2. Auflage. Mit 55 Abbildungen im Text und auf Tafeln. (Nr. 28.)

Führt eine Reihe hervorragender und interessanter Ingenieurbauten nach ihrer technischen und wirtschaftlichen Bedeutung vor: die Gebirgsbahnen, die Bergbahnen, und als deren Vorläufer die bedeutenden Gebirgsstraßen der Schweiz und Tirols, die großen Eisenbahnverbindungen in Asien, endlich die modernen Kanal- und Hafenbauten.

——— Bilder aus der Ingenieurtechnik. Von Baurat Kurt Merckel. Mit 43 Abbildungen im Text und auf einer Doppeltafel. (Nr. 60.)

Zeigt in einer Schilderung der Ingenieurbauten der Babylonier und Assyrer, der Ingenieurtechnik der alten Ägypter unter vergleichsweiser Behandlung der modernen Irrigationsanlagen daselbst, der Schöpfungen der antiken griechischen Ingenieure, des Städtebaues im Altertum und der römischen Wasserleitungsbauten die hohen Leistungen der Völker des Altertums.

Israel s. Religion.

Jugend-Fürsorge. Von Direktor Dr. Joh. Petersen. 2 Bände. (Nr. 161. 162.)

Band I: Die öffentliche Fürsorge für die hilfsbedürftige Jugend.
Band II: Die öffentliche Fürsorge für die sittlich gefährdete und die gewerblich tätige Jugend.

Erörtert alle das Fürsorgewesen betreffenden Fragen, deckt die ihm anhaftenden Mängel auf, zeigt zugleich aber auch die Mittel und Wege zu ihrer Beseitigung. Besonders eingehend werden behandelt in dem 1. Bändchen das Vormundschaftsrecht, die Säuglingssterblichkeit, die Fürsorge für uneheliche Kinder, die Gemeindewaisenpflege, die Vor- und Nachteile der Anstalts- und Familienpflege, in dem 2. Bändchen die gewerbliche Ausnutzung der Kinder und der Kinderschutz im Gewerbe, die Kriminalität der Jugend und die Zwangserziehung, die Fürsorge für die schulentlassene Jugend.

Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Aufgußgetränke (s. a. Ernährung; Haushalt). Von Professor Dr. A. Wieler. Mit 24 Abbildungen und 1 Karte. (Nr. 132.)

Behandelt, durch zweckentsprechende Abbildungen unterstützt, Kaffee, Tee und Kakao eingehender, Mate und Kola kürzer, in bezug auf die botanische Abstammung, die natürliche Verbreitung der Stammpflanzen, die Verbreitung ihrer Kultur, die Wachstumsbedingungen und die Kulturmethoden, die Erntezeit und die Ernte, endlich die Gewinnung der fertigen Ware, wie der Weltmarkt sie aufnimmt, aus dem geernteten Produkte.

Kakao s. Kaffee.

Kalender. Der Kalender. Von Professor Dr. W. F. Wislicenus. (Nr. 69.)
Erklärt die astronomischen Erscheinungen, die für unsere Zeitrechnung von Bedeutung sind, und schildert die historische Entwicklung des Kalenderwesens vom römischen Kalender ausgehend, den Werdegang der christlichen Kalender bis auf die neueste Zeit verfolgend, setzt ihre Einrichtungen auseinander und lehrt die Berechnung kalendarischer Angaben für Vergangenheit und Zukunft, sie durch zahlreiche Beispiele erläuternd.

Kant (s. a. Philosophie). Immanuel Kant; Darstellung und Würdigung. Von Professor Dr. O. Külpe. Mit einem Bildnisse Kants. (Nr. 146.)
Kant hat durch seine grundlegenden Werke ein neues Fundament für die Philosophie aller Völker und Zeiten geschaffen. Dieses in seiner Tragfähigkeit für moderne Ideen darzustellen, hat sich der Verfasser zur Aufgabe gestellt. Es ist ihm gelungen, den wirklichen Kant mit historischer Treue zu schildern und doch auch zu beleuchten, wie die Nachwelt berufen ist, hinauszustreben über die Anschauungen des gewaltigen Denkers, da auch er ein Kind seiner Zeit ist und manche seiner Lehrmeinungen vergänglicher Art sein müssen.

Kinderpflege s. Säugling.

Knabenhandarbeit. Die Knabenhandarbeit in der heutigen Erziehung. Von Seminardirektor Dr. Alw. Pabst. Mit 21 Abbildungen im Text und 1 Titelbild. (Nr. 140.)
Gibt einen Überblick über die Geschichte des Knabenhandarbeitsunterrichts, untersucht seine Stellung im Lichte der modernen pädagogischen Strömungen und erhärtet seinen Wert als Erziehungsmittel, erörtert sodann die Art des Betriebes in den verschiedenen Schulen und gibt zum Schlusse eine vergleichende Darstellung der Systeme in den verschiedenen Ländern.

Kolonien. Die deutschen Kolonien. Land und Leute. Von Dr. Adolf Heilborn. Mit zahlreichen Abbildungen und 2 Karten. (Nr. 98.)
Bringt auf engem Raume eine durch Abbildungen und Karten unterstützte, wissenschaftlich genaue Schilderung der deutschen Kolonien, sowie eine einwandfreie Darstellung ihrer Völker nach Nahrung und Kleidung, Haus und Gemeindeleben, Sitte und Recht, Glaube und Aberglaube, Arbeit und Vergnügen, Gewerbe und Handel, Waffen und Kampfesweise.

Kraftfahrzeuge s. Automobil.

Krankenpflege. Vorträge gehalten von Chefarzt Dr. B. Leick. (Nr. 152.)
Gibt zunächst einen Überblick über Bau und Funktion der inneren Organe des Körpers und deren hauptsächlichste Erkrankungen und erörtert dann die hiebei zu ergreifenden Maßnahmen. Besonders eingehend wird die Krankenpflege bei Infektionskrankheiten sowie bei plötzlichen Unglücksfällen und Erkrankungen behandelt.

Kriegswesen. Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert. Zwanglose Skizzen von Major O. von Sothen. Mit 9 Übersichtskärtchen. (Nr. 59.)
In einzelnen Abschnitten wird insbesondere die Napoleonische und Moltkesche Kriegführung an Beispielen (Jena-Königgrätz-Sedan) dargestellt und durch Kartenskizzen erläutert. Damit verbunden sind kurze Schilderungen der preußischen Armee von 1806 und nach den Befreiungskriegen, sowie nach der Reorganisation von 1860, endlich des deutschen Heeres von 1870 bis zur Jetztzeit.

——— Der Seekrieg. Seine geschichtliche Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis zur Gegenwart. Von Kurt Freiherr von Maltzahn, Vize-Admiral a. D. (Nr. 99.)
Der Verf. bringt den Seekrieg als Kriegsmittel wie als Mittel der Politik zur Darstellung, indem er zunächst die Entwicklung der Kriegsflotte und der Seekriegsmittel schildert und dann die heutigen Weltwirtschaftsstaaten und den Seekrieg behandelt, wobei er besonders das Abhängigkeitsverhältnis, in dem unsere Weltwirtschaftsstaaten kommerziell und politisch zu den Verkehrswegen der See stehen, darstellt.

Kultur (s. a. Germanen; Geschichte; griech. Städtebilder). Die Anfänge der menschlichen Kultur. Von Professor Dr. Ludwig Stein. (Nr. 93.)

Behandelt in der Überzeugung, daß die Kulturprobleme der Gegenwart sich uns nur durch einen tieferen Einblick in ihren Werdegang erschließen, Natur und Kultur, den vorgeschichtlichen Menschen, die Anfänge der Arbeitsteilung, die Anfänge der Rassenbildung, ferner die Anfänge der wirtschaftlichen, intellektuellen, moralischen und sozialen Kultur.

Kunst (s. a. Baukunst; Dürer; Städtebilder; Illustrationskunst; Rembrandt; Schriftwesen). Bau und Leben der bildenden Kunst. Von Direktor Dr. Theodor Volbehr. Mit 44 Abbildungen. (Nr. 68.)

Führt von einem neuen Standpunkte aus in das Verständnis des Wesens der bildenden Kunst ein, erörtert die Grundlagen der menschlichen Gestaltungskraft und zeigt, wie das künstlerische Interesse sich allmählich weitere und immer weitere Stoffgebiete erobert.

——— Kunstpflege in Haus und Heimat. Von Superintendent R. Bürkner. Mit 14 Abbildungen. (Nr. 77.)

Will, ausgehend von der Überzeugung, daß zu einem vollen Menschensein und Volkstum die Pflege des Schönen unabweisbar gehört, die Augen zum rechten Sehen öffnen lehren und die ganze Lebensführung, Kleidung und Häuslichkeit ästhetisch gestalten, um so auch zur Erkenntnis dessen zu führen, was an Heimatkunst und Heimatschatz zu hegen ist, und auf diesem großen Gebiete persönlichen und allgemeinen ästhetischen Lebens ein praktischer Ratgeber sein.

——— Die ostasiatische Kunst und ihre Einwirkung auf Europa. Von Direktor Dr. R. Graul. Mit 49 Abb. im Text und auf 1 Doppeltafel. (Nr. 87.)

Bringt die bedeutungsvolle Einwirkung der japanischen und chinesischen Kunst auf die europäische zur Darstellung unter Mitteilung eines reichen Bildermaterials, den Einfluß Chinas auf die Entwicklung der zum Rokoko drängenden freien Richtungen in der dekorativen Kunst des 18. Jahrhunderts wie den auf die Entwicklung des 19. Jahrhunderts. Der Verfasser weist auf die Beziehungen der Malerei und Farbendruckkunst Japans zum Impressionismus der modernen europäischen Kunst hin.

Leben. Die Erscheinungen des Lebens. Grundprobleme der modernen Biologie. Von Privatdozent Dr. H. Miehe. Mit 46 Figuren im Text. (Nr. 130.)

Versucht eine umfassende Totalansicht des organischen Lebens zu geben, indem nach einer Erörterung der spekulativen Vorstellungen über das Leben und einer Beschreibung des Protoplasmas und der Zelle die hauptsächlichsten Aeußerungen des Lebens behandelt werden, als Entwicklung, Ernährung, Atmung, das Sinnesleben, die Fortpflanzung, der Tod, die Variabilität und im Anschluß daran die Theorien über Entstehung und Entwicklung der Lebewelt, sowie die mannigfachen Beziehungen der Lebewesen untereinander.

Leibesübungen. Die Leibesübungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Professor Dr. R. Zander. 2. Auflage. Mit 19 Abb. (Nr. 13.)

Will darüber aufklären, weshalb und unter welchen Umständen die Leibesübungen segensreich wirken, indem es ihr Wesen, andererseits die in Betracht kommenden Organe bespricht; erörtert besonders die Wechselbeziehungen zwischen körperlicher und geistiger Arbeit, die Leibesübungen der Frauen, die Bedeutung des Sportes und die Gefahren der sportlichen Übertreibungen.

Licht (s. a. Beleuchtungsarten; Chemie). Das Licht und die Farben. Sechs Vorlesungen, gehalten im Volkshochschulverein München. Von Professor Dr. L. Graetz. 2. Auflage. Mit 116 Abbildungen. (Nr. 17.)

Führt, von den einfachsten optischen Erscheinungen ausgehend, zur tieferen Einsicht in die Natur des Lichtes und der Farben, behandelt, ausgehend von der scheinbar geradlinigen Ausbreitung, Zurückwerfung und Brechung des Lichtes, das Wesen der Farben, die Beugungserscheinungen und die Photographie.

Literaturgeschichte s. Drama; Schiller; Theater; Volkslied.

Luther (s. a. Geschichte). Luther im Lichte der neueren Forschung. Ein kritischer Bericht. Von Professor Dr. H. Boehmer. (Nr. 113.)
Versucht durch sorgfältige historische Untersuchung eine erschöpfende Darstellung von Luthers Leben und Wirken zu geben, die Persönlichkeit des Reformators aus ihrer Zeit heraus zu erfassen, ihre Schwächen und Stärken beleuchtend zu einem wahrheitsgetreuen Bilde zu gelangen, und gibt so nicht nur ein psychologisches Porträt, sondern bietet zugleich ein interessantes Stück Kulturgeschichte.

Mädchenschule (s. a. Bildungswesen; Schulwesen). Die höhere Mädchenschule in Deutschland. Von Oberlehrerin M. Martin. (Nr. 65.)
Bietet aus berufenster Feder eine Darstellung der Ziele, der historischen Entwicklung, der heutigen Gestalt und der Zukunftsaufgaben der höheren Mädchenschulen.

Mathematische Spiele (s. a. Arithmetik). Von Dr. W. Ahrens. (Nr. 170.)
Sucht in das Verständnis all der Spiele, die „ungleich voll von Nachdenken" vergnügen, weil man bei ihnen rechnet, ohne Voraussetzung irgend welcher mathematischer Kenntnisse einzuführen und so ihren Reiz für Nachdenkliche erheblich zu erhöhen. So werden unter Beigabe von einfachen, das Mitarbeiten des Lesers belebenden Fragen Wettspringen, Boß-Puzzle, Solitär- oder Einsiedlerspiel, Wanderungsspiele, Dyadische Spiele, der Baguenaudier, Mim, der Rösselsprung und die Magischen Quadrate behandelt.

Meeresforschung. Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. O. Janson. 2. Auflage. Mit 41 Figuren. (Nr. 30.)
Schildert kurz und lebendig die Fortschritte der modernen Meeresuntersuchung auf geographischem, physikalisch-chemischem und biologischem Gebiete, die Verteilung von Wasser und Land auf der Erde, die Tiefen des Meeres, die physikalischen und chemischen Verhältnisse des Meerwassers, endlich die wichtigsten Organismen des Meeres, die Pflanzen und Tiere.

Mensch (s. a. Auge; Kultur; Stimme). Der Mensch. Sechs Vorlesungen a. d. Gebiete der Anthropologie. Von Dr. A. Heilborn. Mit zahlr. Abb. (Nr. 62.)
Stellt die Lehren der „Wissenschaft aller Wissenschaften" streng sachlich und doch durchaus volkstümlich dar: das Wissen vom Ursprung des Menschen, die Entwicklungsgeschichte des Individuums, die künstlerische Betrachtung der Proportionen des menschlichen Körpers und die streng wissenschaftlichen Meßmethoden (Schädelmessung usf.), behandelt ferner die Menschenrassen, die rassenanatomischen Verschiedenheiten, den Tertiärmenschen.

——— Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers. Von Privatdozent Dr. H. Sachs. 2. Auflage. Mit 37 Abbildungen. (Nr. 32.)
Stellt eine Reihe schematischer Abbildungen dar, erläutert die Einrichtung und die Tätigkeit der einzelnen Organe des Körpers und zeigt dabei vor allem, wie diese einzelnen Organe in ihrer Tätigkeit aufeinander einwirken, miteinander zusammenhängen und so den menschlichen Körper zu einem einheitlichen Ganzen, zu einem wohlgeordneten Staate machen.

——— Die Seele des Menschen. Von Prof. Dr. J. Rehmke. 2. Aufl. (Nr. 36.)
Behandelt, von der Tatsache ausgehend, daß der Mensch eine Seele habe, die ebenso gewiß sei wie die andere, daß der Körper eine Gestalt habe, das Seelenwesen und das Seelenleben und erörtert, unter Abwehr der materialistischen und halbmaterialistischen Anschauungen, von dem Standpunkt aus, daß die Seele Unkörperliches Immaterielles sei, nicht etwa eine Bestimmtheit des menschlichen Einzelwesens, auch nicht eine Wirkung oder eine „Funktion" des Gehirns, die verschiedenen Tätigkeitsäußerungen des als Seele Erkannten.

——— Die fünf Sinne des Menschen. Von Professor Dr. Jos. Clem. Kreibig. Mit 30 Abbildungen im Text. 2. Auflage. (Nr. 27.)
Beantwortet die Fragen über die Bedeutung, Anzahl, Benennung und Leistungen der Sinne in gemeinfaßlicher Weise, indem das Organ und seine Funktionsweise, dann die als Reiz wirkenden äußeren Ursachen und zuletzt der Inhalt, die Stärke, das räumliche und zeitliche Merkmal der Empfindungen besprochen werden.

Mensch und Erde. Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Prof. Dr. A. Kirchhoff. 2. Aufl. (Nr. 31.)
Zeigt, wie die Ländernatur auf den Menschen und seine Kultur einwirkt, durch Schilderungen allgemeiner und besonderer Art, über Steppen- und Wüstenvölker, über die Entstehung von Nationen, wie Deutschland und China u. a. m.

——— und Tier. Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Professor Dr. Karl Eckstein. Mit 31 Abbildungen im Text. (Nr. 18.)
Der hohe wirtschaftliche Bedeutung beanspruchende Kampf erfährt eine eingehende, ebenso interessante wie lehrreiche Darstellung; besonders werden die Kampfmittel beider Gegner geschildert: Schußwaffen, Fallen, Gifte, oder auch besondere Wirtschaftsmethoden, dort spitzige Kralle, scharfer Zahn, furchtbares Gift, List und Gewandtheit, der Schutzfärbung und Anpassungsfähigkeit nicht zu vergessen.

Menschenleben. Aufgaben und Ziele des Menschenlebens. Von Dr. J. Unold. 2. Auflage. (Nr. 12.)
Beantwortet die Frage: Gibt es keine bindenden Regeln des menschlichen Handelns? in zuversichtlich bejahender, zugleich wohl begründeter Weise und entwirft die Grundzüge einer wissenschaftlich haltbaren und für eine nationale Erziehung brauchbaren Lebensanschauung und Lebensordnung.

Metalle. Die Metalle. Von Professor Dr. K. Scheid. Mit 16 Abb. (Nr. 29.)
Behandelt die für Kulturleben und Industrie wichtigen Metalle, schildert die mutmaßliche Bildung der Erze, die Gewinnung der Metalle aus den Erzen, das Hüttenwesen mit seinen verschiedenen Systemen, die Fundorte der Metalle, ihre Eigenschaften und Verwendung, unter Angabe historischer, kulturgeschichtlicher und statistischer Daten, sowie die Verarbeitung der Metalle.

Meteorologie s. Wetter.

Mikroskop (s. a. Optik; Tierwelt). Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung, gemeinverständlich dargestellt. Von Dr. W. Scheffer. Mit 66 Abbildungen im Text und einer Tafel. (Nr. 35.)
Nach Erläuterung der optischen Konstruktion und Wirkung des Mikroskops, und Darstellung der historischen Entwicklung wird eine Beschreibung der modernsten Mikroskoptypen, Hilfsapparate und Instrumente gegeben, endlich gezeigt, wie die mikroskopische Untersuchung die Einsicht in Naturvorgänge vertieft.

Moleküle. Moleküle — Atome — Weltäther. Von Professor Dr. G. Mie. 2. Auflage. Mit 27 Figuren im Text. (Nr. 58.)
Stellt die physikalische Atomlehre als die kurze, logische Zusammenfassung einer großen Menge physikalischer Tatsachen unter einem Begriffe dar, die ausführlich und nach Möglichkeit als einzelne Experimente geschildert werden.

Mond (s. a. Weltall). Der Mond. Von Professor Dr. J. Franz. Mit 31 Abbildungen im Text und auf 2 Doppeltafeln. (Nr. 90.)
Gibt die Ergebnisse der neueren Mondforschung wieder, erörtert die Mondbewegung und Mondbahn, bespricht den Einfluß des Mondes auf die Erde und behandelt die Fragen der Oberflächenbedingungen des Mondes und die charakteristischen Mondgebilde anschaulich zusammengefaßt in „Beobachtungen eines Mondbewohners", endlich die Bewohnbarkeit des Mondes.

Mozart s. Musik.

Münze. Die Münze als historisches Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Von Dr. A. Luschin v. Ebengreuth. Mit 53 Abbildungen im Text. (Nr. 91.)
Zeigt, wie Münzen als geschichtliche Überbleibsel der Vergangenheit zur Aufhellung der wirtschaftlichen Zustände und der Rechtseinrichtungen früherer Zeiten dienen, die verschiedenen Arten von Münzen, ihre äußeren und inneren Merkmale sowie ihre Herstellung werden in historischer Entwicklung dargelegt und im Anschluß daran Münzsammlern beherzigenswerte Winke gegeben.

Musik. Einführung in das Wesen der Musik. Von Professor C. R. Hennig. (Nr. 119.)

Die hier gegebene Ästhetik der Tonkunst untersucht das Wesen des Tones als eines Kunstmaterials; sie prüft die Natur der Darstellungsmittel und untersucht die Objekte der Darstellung, indem sie klarlegt, welche Ideen im musikalischen Kunstwerke gemäß der Natur des Tonmateriales und der Darstellungsmittel in idealer Gestaltung zur Darstellung gebracht werden können.

——— Geschichte der Musik. Von Dr. Friedrich Spiro. (Nr. 143.)

Gibt in großen Zügen eine übersichtliche äußerst lebendig gehaltene Darstellung von der Entwicklung der Musik vom Altertum bis zur Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung der führenden Persönlichkeiten und der großen Strömungen und unter strenger Ausscheidung alles dessen, was für die Entwicklung der Musik ohne Bedeutung war.

——— Haydn, Mozart, Beethoven. Mit vier Bildnissen auf Tafeln. Von Professor Dr. C. Krebs. (Nr. 92.)

Eine Darstellung des Entwicklungsganges und der Bedeutung eines jeden der drei großen Komponisten für die Musikgeschichte. Sie gibt mit wenigen, aber scharfen Strichen ein Bild der menschlichen Persönlichkeit und des künstlerischen Wesens der drei Heroen mit Hervorhebung dessen, was ein jeder aus seiner Zeit geschöpft und was er aus eignem hinzugebracht hat.

Muttersprache. Entstehung und Entwicklung unserer Muttersprache. Von Professor Dr. Wilhelm Uhl. Mit vielen Abbildungen im Text und auf Tafeln, sowie mit 1 Karte. (Nr. 84.)

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der sprachlich-wissenschaftlich lautphysiologischen wie der philologisch-germanistischen Forschung, die Ursprung und Organ, Bau und Bildung, andererseits die Hauptperioden der Entwicklung unserer Muttersprache zur Darstellung bringt.

Mythologie s. Germanen.

Nahrungsmittel s. Alkoholismus; Chemie; Ernährung; Haushalt; Kaffee.

Nationalökonomie s. Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Soziale Bewegungen; Frauenbewegung; Schiffahrt; Welthandel; Wirtschaftsleben.

Naturlehre. Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre. Von Professor Dr. Felix Auerbach. 2. Auflage. Mit 79 Figuren im Text. (Nr. 40.)

Eine zusammenhängende, für jeden Gebildeten verständliche Entwicklung der in der modernen Naturlehre eine allgemeine und exakte Rolle spielenden Begriffe Raum und Bewegung, Kraft und Masse und die allgemeinen Eigenschaften der Materie, Arbeit, Energie und Entropie.

Naturwissenschaften s. Abstammungslehre; Ameisen; Astronomie; Befruchtungsvorgang; Chemie; Erde; Haushalt; Licht; Meeresforschung; Mensch; Moleküle; Naturlehre; Obstbau; Pflanzen; Plankton; Religion; Strahlen; Tierleben; Wald; Weltall; Wetter.

Nervensystem. Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele im gesunden und kranken Zustande. Von Professor Dr. R. Zander. Mit 27 Figuren im Text. (Nr. 48.)

Erörtert die Bedeutung der nervösen Vorgänge für den Körper, die Geistestätigkeit und das Seelenleben und sucht klarzulegen, unter welchen Bedingungen Störungen der nervösen Vorgänge auftreten, wie sie zu beseitigen und zu vermeiden sind.

Obstbau. Der Obstbau. Von Dr. Ernst Voges. Mit 13 Abbildungen im Text. (Nr. 107.)
Will über die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen des Obstbaues, sowie seine Naturgeschichte und große volkswirtschaftliche Bedeutung unterrichten. Die Geschichte des Obstbaues, das Leben des Obstbaumes, Obstbaumpflege und Obstbaumschutz, die wissenschaftliche Obstkunde, die Ästhetik des Obstbaues gelangen zur Behandlung.

Optik (s. a. Mikroskop; Stereoskop). Die optischen Instrumente. Von Dr. M. von Rohr. Mit 84 Abbildungen im Text. (Nr. 88.)
Gibt eine elementare Darstellung der optischen Instrumente nach modernen Anschauungen, wobei weder das Ultramikroskop noch die neuen Apparate zur Mikrophotographie mit ultraviolettem Licht (Monochromate), weder die Prismen- noch die Zielfernrohre, weder die Projektionsapparate noch die stereoskopischen Entfernungsmesser und der Stereokomparator fehlen.

Ostasien s. Kunst.

Pädagogik (s. a. Bildungswesen; Erziehung; Fröbel; Herbart; Hilfsschulwesen; Jugendfürsorge; Knabenhandarbeit; Mädchenschule; Schulwesen). Allgemeine Pädagogik. Von Professor Dr. Th. Ziegler. 2. Aufl. (Nr. 33.)
Behandelt die großen Fragen der Volkserziehung in praktischer, allgemeinverständlicher Weise und in sittlich-sozialem Geiste. Die Zwecke und Motive der Erziehung, das Erziehungsgeschäft selbst, dessen Organisation werden erörtert, die verschiedenen Schulgattungen dargestellt.

Palästina. Palästina und seine Geschichte. Sechs Vorträge von Professor Dr. H. Freiherr von Soden. 2. Auflage. Mit 2 Karten und 1 Plan von Jerusalem und 6 Ansichten des Heiligen Landes. (Nr. 6.)
Ein Bild, nicht nur des Landes selbst, sondern auch alles dessen, was aus ihm hervor- oder über es hingegangen ist im Laufe der Jahrhunderte — ein wechselvolles, farbenreiches Bild, in dessen Verlauf die Patriarchen Israels und die Kreuzfahrer, David und Christus, die alten Assyrer und die Scharen Mohammeds einander ablösen.

Patentrecht s. Gewerbe.

Pflanzen (s. a. Obstbau; Plankton; Tierleben). Unsere wichtigsten Kulturpflanzen. (Die Getreidegräser.) Sechs Vorträge aus der Pflanzenkunde. Von Professor Dr. K. Giesenhagen. Mit 38 Figuren im Text. 2. Auflage. (Nr. 10.)
Behandelt die Getreidepflanzen und ihren Anbau nach botanischen wie kulturgeschichtlichen Gesichtspunkten, damit zugleich in anschaulichster Form allgemeine botanische Kenntnisse vermittelnd.

——— Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen. Von Privatdozent Dr. Ernst Küster. Mit 38 Abbildungen im Text. (Nr. 112.)
Gibt eine kurze Übersicht über die wichtigsten Formen der vegetativen Vermehrung und beschäftigt sich eingehend mit der Sexualität der Pflanzen, deren überraschend vielfache und mannigfaltige Äußerungen, ihre große Verbreitung im Pflanzenreich und ihre in allen Einzelheiten erkennbare Übereinstimmung mit der Sexualität der Tiere zur Darstellung gelangen.

Philosophie (s. a. Buddha; Herbart; Kant; Menschenleben; Schopenhauer; Weltanschauung; Weltproblem). Die Philosophie der Gegenwart in Deutschland. Eine Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Von Professor Dr. O. Külpe. 3. Auflage. (Nr. 41.)
Schildert die vier Hauptrichtungen der deutschen Philosophie der Gegenwart, den Positivismus, Materialismus, Naturalismus und Idealismus, nicht nur im allgemeinen, sondern auch durch eingehendere Würdigung einzelner typischer Vertreter wie Mach und Dühring, Haeckel, Nietzsche, Fechner, Lotze, v. Hartmann und Wundt.

Philosophie. Einführung in die Philosophie. Sechs Vorträge von Professor Raoul Richter. (Nr. 155.)
Bietet eine gemeinverständliche Darstellung der philosophischen Hauptprobleme und der Richtung ihrer Lösung, insbesondere des Erkenntnisproblems und nimmt dabei zu den Standpunkten des Materialismus, Spiritualismus, Theismus und Pantheismus Stellung, um zum Schlusse die religions- und moralphilosophischen Fragen zu beleuchten.

Physik s. Licht; Mikroskop; Moleküle; Naturlehre; Optik; Strahlen.

Plankton. Das Süßwasser-Plankton. Einführung in die freischwebende Organismenwelt unserer Teiche, Flüsse und Seebecken. Von Dr. Otto Zacharias. Mit 49 Abbildungen. (Nr. 156.)
Gibt eine Anleitung zur Kenntnis der interessantesten Planktonorganismen, jener mikroskopisch kleinen und für die Existenz der höheren Lebewesen und für die Naturgeschichte der Gewässer so wichtigen Tiere und Pflanzen. Die wichtigsten Formen werden vorgeführt und die merkwürdigen Lebensverhältnisse und -bedingungen dieser unsichtbaren Welt einfach und doch vielseitig erörtert.

Polarforschung. Die Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Professor Dr. Kurt Hassert. Mit 6 Karten auf 2 Tafeln. (Nr. 38.)
Das in der neuen Auflage bis auf die Gegenwart fortgeführte und im einzelnen nicht unerheblich umgestaltete Buch faßt in gedrängtem Überblick die Hauptergebnisse der Nord- und Südpolarforschung zusammen. Nach gemeinverständlicher Erörterung der Ziele arktischer und antarktischer Forschung werden die Polarreisen selbst von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart geschildert unter besonderer Berücksichtigung der topographischen Ergebnisse.

Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Hofrat Professor Dr. Fr. v. Duhn. Mit 62 Abbildungen. (Nr. 114.)
Sucht, durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, an dem besonders greifbaren Beispiel Pompejis die Übertragung der griechischen Kultur und Kunst nach Italien, ihr Werden zur Weltkultur und Weltkunst verständlich zu machen, wobei die Hauptphasen der Entwicklung Pompejis, immer im Hinblick auf die gestaltende Bedeutung, die gerade der Hellenismus für die Ausbildung der Stadt, ihrer Lebens- und Kunstformen gehabt hat, zur Darstellung gelangen.

Post. Das Postwesen, seine Entwickelung und Bedeutung. Von Postrat J. Bruns. (Nr. 165.)
Schildert immer unter besonderer Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung die Post als Staatsverkehrsanstalt, ihre Organisation und ihren Wirkungskreis, das Tarif- und Gebührenwesen, die Beförderungsmittel, den Betriebsdienst, den Weltpostverein, sowie die deutsche Post im In- und Ausland.

Psychologie s. Mensch; Nervensystem; Seele.

Recht (s. a. Gewerbe). Moderne Rechtsprobleme. Von Professor Josef Kohler. (Nr. 128.)
Behandelt nach einem einleitenden Abschnitte über Rechtsphilosophie die wichtigsten und interessantesten Probleme der modernen Rechtsprüfung, insbesondere die des Strafrechts, des Strafprozesses, des Genossenschaftsrechts, des Zivilprozesses und des Völkerrechtes.

Religion (s. a. Buddha; Christentum; Germanen; Jesuiten; Jesus; Luther). Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte. Von Professor Dr. Fr. Giesebrecht. (Nr. 52.)
Schildert, wie Israels Religion entsteht, wie sie die nationale Schale sprengt, um in den Propheten die Ansätze einer Menschheitsreligion auszubilden, wie auch diese neue Religion sich verpuppt in die Formen eines Priesterstaats.

Religion. Religion und Naturwissenschaft in Kampf und Frieden. Ein geschichtlicher Rückblick von Dr. A. Pfannkuche. (Nr. 141.)

Will durch geschichtliche Darstellung der Beziehungen beider Gebiete eine vorurteilsfreie Beurteilung des heiß umstrittenen Problems ermöglichen. Ausgehend von der ursprünglichen Einheit von Religion und Naturerkennen in den Naturreligionen schildert der Verfasser das Entstehen der Naturwissenschaft in Griechenland und der Religion in Israel, um dann zu zeigen, wie aus der Verschwisterung beider jene ergreifenden Konflikte erwachsen, die sich besonders an die Namen von Kopernikus und Darwin knüpfen.

——— Die religiösen Strömungen der Gegenwart. Von Superintendent D. A. H. Braasch. (Nr. 66.)

Will die gegenwärtige religiöse Lage nach ihren bedeutsamen Seiten hin darlegen und ihr geschichtliches Verständnis vermitteln; die markanten Persönlichkeiten und Richtungen, die durch wissenschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung gestellten Probleme, wie die Ergebnisse der Forschung, der Ultramontanismus wie die christliche Liebestätigkeit gelangen zur Behandlung.

Rembrandt. Von Professor Dr. Paul Schubring. Mit einem Titelbild und 49 Textabbildungen. (Nr. 158.)

Eine durch zahlreiche Abbildungen unterstützte lebensvolle Schilderung des menschlichen und künstlerischen Entwickelungsganges Rembrandts. Zur Darstellung gelangen so seine persönlichen Schicksale bis 1642, die Frühzeit, die Zeit bis zu Saskias Tode, die Nachtwache, Rembrandts Verhältnis zur Bibel, die Radierungen, Urkundliches über die Zeit nach 1642 die Periode des farbigen Helldunkels, die Gemälde nach der Nachtwache und die Spätzeit. Beigefügt sind die beiden ältesten Biographien Rembrandts.

Rom. Die ständischen und sozialen Kämpfe in der römischen Republik. Von Privatdozent Dr. Leo Bloch. (Nr. 22.)

Behandelt die Sozialgeschichte Roms, soweit sie mit Rücksicht auf die die Gegenwart bewegenden Fragen von allgemeinem Interesse ist. Insbesondere gelangen die durch die Großmachtstellung Roms bedingte Entstehung neuer sozialer Unterschiede, die Herrschaft des Amtsadels und des Kapitals, auf der anderen Seite eines großstädtischen Proletariats zur Darstellung, die ein Ausblick auf die Lösung der Parteikämpfe durch die Monarchie beschließt.

Säugling. Der Säugling, seine Ernährung und seine Pflege. Von Dr. Walther Kaupe. Mit 17 Textabbildungen. (Nr. 154.)

Will der jungen Mutter oder Pflegerin in allen Fragen, mit denen sie sich im Interesse des kleinen Erdenbürgers beschäftigen müssen, den nötigen Rat erteilen. Außer der allgemeinen geistigen und körperlichen Pflege des Kindchens wird besonders die natürliche und künstliche Ernährung behandelt und für alle diese Fälle zugleich praktische Anleitung gegeben.

Schiffahrt. Deutsche Schiffahrt und Schiffahrtspolitik der Gegenwart. Von Professor Dr. K. Thieß. (Nr. 169.)

Verfasser will weiteren Kreisen eine genaue Kenntnis unserer Schiffahrt erschließen, indem er in leicht faßlicher und doch erschöpfender Darstellung einen allgemeinen Überblick über das gesamte deutsche Schiffswesen gibt mit besonderer Berücksichtigung seiner geschichtlichen Entwicklung und seiner großen volkswirtschaftlichen Bedeutung.

Schiller. Von Professor Dr. Th. Ziegler. Mit dem Bildnis Schillers von Kügelgen in Heliogravüre. (Nr. 74.)

Gedacht als eine Einführung in das Verständnis von Schillers Werdegang und Werken, behandelt das Büchlein vor allem die Dramen Schillers und sein Leben, ebenso aber auch einzelne seiner lyrischen Gedichte und die historischen und die philosophischen Studien als ein wichtiges Glied in der Kette seiner Entwicklung.

Schopenhauer. Seine Persönlichkeit, seine Lehre, seine Bedeutung. Sechs Vorträge von Oberlehrer H. Richert. Mit dem Bildnis Schopenhauers. (Nr. 81.)
Unterrichtet über Schopenhauer in seinem Werden, seinen Werken und seinem Fortwirken, in seiner historischen Bedingtheit und seiner bleibenden Bedeutung, indem es eine gründliche Einführung in die Schriften Schopenhauers und zugleich einen zusammenfassenden Überblick über das Ganze seines philosophischen Systems gibt.

Schriftwesen. Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Professor Dr. O. Weise. 2. Auflage. Mit 37 Abbildungen. (Nr. 4.)
Verfolgt durch mehr als vier Jahrtausende Schrift-, Brief- und Zeitungswesen, Buchhandel und Bibliotheken.

Schulhygiene. Von Privatdozent Dr. Leo Burgerstein. Mit einem Bildnis und 33 Figuren im Text. (Nr. 96.)
Bietet eine auf den Forschungen und Erfahrungen in den verschiedensten Kulturländern beruhende Darstellung, die ebenso die Hygiene des Unterrichts und Schullebens wie jene des Hauses, die im Zusammenhang mit der Schule stehenden modernen materiellen Wohlfahrtseinrichtungen, endlich die hygienische Unterweisung der Jugend, die Hygiene des Lehrers und die Schularztfrage behandelt.

Schulwesen (s. a. Bildungswesen; Fröbel; Hilfsschulwesen; Mädchenschule; Pädagogik). Geschichte des deutschen Schulwesens. Von Oberrealschuldirektor Dr. K. Knabe. (Nr. 85.)
Stellt die Entwicklung des deutschen Schulwesens in seinen Hauptperioden dar und bringt so Anfänge des deutschen Schulwesens, Scholastik, Humanismus, Reformation, Gegenreformation, neue Bildungsziele, Pietismus, Philanthropismus, Aufklärung, Neuhumanismus, Prinzip der allseitigen Ausbildung vermittels einer Anstalt, Teilung der Arbeit und den nationalen Humanismus der Gegenwart zur Darstellung.

——— Schulkämpfe der Gegenwart. Vorträge zum Kampf um die Volksschule in Preußen, gehalten in der Humboldt-Akademie in Berlin. Von J. Tews. (Nr. 111.)
Knapp und doch umfassend stellt der Verfasser die Probleme dar, um die es sich bei der Reorganisation der Volksschule handelt, deren Stellung zu Staat und Kirche, deren Abhängigkeit von Zeitgeist und Zeitbedürfnissen, deren Wichtigkeit für die Herausgestaltung einer volksfreundlichen Gesamtkultur scharf beleuchtet werden.

——— Volksschule und Lehrerbildung der Vereinigten Staaten in ihren hervortretenden Zügen. Reiseeindrücke. Von Direktor Dr. Franz Kuypers. Mit 48 Abbildungen im Text und einem Titelbild. (Nr. 150.)
Schildert anschaulich das Schulwesen vom Kindergarten bis zur Hochschule, überall das Wesentliche der amerikanischen Erziehungsweise (die stete Erziehung zum Leben, das Wecken des Betätigungstriebes, das Hindrängen auf praktische Verwertung usw.) hervorhebend und unter dem Gesichtspunkte der Beobachtungen an unserer schulentlassenen Jugend in den Fortbildungsschulen zum Vergleich mit der heimischen Unterrichtsweise anregend.

Seekrieg s. Kriegswesen.

Seele s. Mensch.

Sinnesleben s. Mensch.

Soziale Bewegungen (s. a. Arbeiterschutz; Frauenbewegung). Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von Professor Dr. G. Maier. 3. Auflage. (Nr. 2.)
In einer geschichtlichen Betrachtung, die mit den altorientalischen Kulturvölkern beginnt, werden an den zwei großen wirtschaftlichen Schriften Platos die Wirtschaft der Griechen,

an der Gracchischen Bewegung die der Römer beleuchtet, ferner die Utopie des Thomas Morus, andererseits der Bauernkrieg behandelt, die Bestrebungen Colberts und das Merkantilsystem, die Physiokraten und die ersten wissenschaftlichen Staatswirtschaftslehrer gewürdigt und über die Entstehung des Sozialismus und die Anfänge der neueren Handels-, Zoll- und Verkehrspolitik aufgeklärt.

Spiele s. Mathematik.

Sprache s. Muttersprache; Stimme.

Städtewesen. Die Städte. Geographisch betrachtet. Von Professor Dr. Kurt Hassert. Mit 21 Abbildungen. (Nr. 163.)

Behandelt als Versuch einer allgemeinen Geographie der Städte einen der wichtigsten Abschnitte der Siedlungskunde, erörtert die Ursache des Entstehens, Wachsens und Vergehens der Städte, charakterisiert ihre landwirtschaftliche und Verkehrs-Bedeutung als Grundlage der Großstadtbildung und schildert das Städtebild als geographische Erscheinung.

——— Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter. Von Oberlehrer Dr. B. Heil. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen im Text und auf 1 Doppeltafel. (Nr. 43.)

Stellt die geschichtliche Entwicklung dar, schildert die wirtschaftlichen, sozialen und staatsrechtlichen Verhältnisse und gibt ein zusammenfassendes Bild von der äußeren Erscheinung und dem inneren Leben der deutschen Städte.

——— Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland. Vorträge gehalten bei der Oberschulbehörde in Hamburg. Von Regierungs-Baumeister Albert Erbe. Mit 59 Abbildungen. (Nr. 117.)

Will dem als Zeichen wachsenden Kunstverständnisses zu begrüßenden Sinn für die Reize der alten malerischen Städtebilder durch eine mit Abbildungen reich unterstützte Schilderung der so eigenartigen und vielfachen Herrlichkeit Alt-Hollands wie Niederdeutschlands, ferner Danzigs, Lübecks, Bremens und Hamburgs nicht nur vom rein künstlerischen, sondern auch vom kulturgeschichtlichen Standpunkt aus entgegenkommen.

——— Kulturbilder aus griechischen Städten. Von Oberlehrer Dr. Erich Ziebarth. Mit 22 Abbildungen im Text und 1 Tafel. (Nr. 131.)

Sucht ein anschauliches Bild zu entwerfen von dem Aussehen einer altgriechischen Stadt und von dem städtischen Leben in ihr, auf Grund der Ausgrabungen und der inschriftlichen Denkmäler; die altgriechischen Bergstädte Thera, Pergamon, Priene, Milet, der Tempel von Didyma werden geschildert. Stadtpläne und Abbildungen suchen die einzelnen Städtebilder zu erläutern.

Stereoskop (s. a. Optik). Das Stereoskop und seine Anwendungen. Von Professor Th. Hartwig. Mit 40 Abbildungen im Text und 19 stereoskopischen Tafeln. (Nr. 135.)

Behandelt die verschiedenen Erscheinungen und praktischen Anwendungen der Stereoskopie, insbesondere die stereoskopischen Himmelsphotographien, die stereoskopische Darstellung mikroskopischer Objekte, das Stereoskop als Meßinstrument und die Bedeutung und Anwendung des Stereokomparators, insbesondere in bezug auf photogrammetrische Messungen. Beigegeben sind 19 stereoskopische Tafeln.

Stimme, die menschliche, und ihre Hygiene. Sieben volkstümliche Vorlesungen. Von Professor Dr. P. Gerber. Mit 20 Abbildungen. (Nr. 136.)

Nach den notwendigsten Erörterungen über das Zustandekommen und über die Natur der Töne wird der Kehlkopf des Menschen, sein Bau, seine Verrichtungen und seine Funktion als musikalisches Instrument behandelt; dann werden die Gesang- und die Sprechstimme, ihre Ausbildung, ihre Fehler und Erkrankungen, sowie deren Verhütung und Behandlung, insbesondere Erkältungskrankheiten, die professionelle Stimmschwäche, der Alkoholeinfluß und die Abhärtung erörtert.

Strahlen (s. a. Licht). Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Von Professor Dr. R. Börnstein und Professor Dr. W. Marckwald. Mit 82 Abb. (Nr. 64.)
Schildert die verschiedenen Arten der Strahlen, darunter die Kathoden- und Röntgenstrahlen, die Hertzschen Wellen, die Strahlungen der radioaktiven Körper (Uran und Radium) nach ihrer Entstehung und Wirkungsweise, unter Darstellung der charakteristischen Vorgänge der Strahlung.

Süßwasser-Plankton s. Plankton.

Technik (s. a. Automobil; Beleuchtungsarten; Dampf; Eisenbahnen; Eisenhüttenwesen; Elektrotechnik; Funkentelegraphie; Ingenieurtechnik; Metalle; Mikroskop; Post; Rechtsschutz; Stereoskop; Wärmekraftmaschinen). Am sausenden Webstuhl der Zeit. Übersicht über die Wirkungen der Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik auf das gesamte Kulturleben. Von Geh. Regierungsrat Professor Dr. W. Launhardt. 2. Auflage. Mit 16 Abbildungen im Text und auf 5 Tafeln. (Nr. 23.)
Ein geistreicher Rückblick auf die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik, der die Weltwunder unserer Zeit verdankt werden.

Tee s. Kaffee.

Telegraphie s. Funkentelegraphie.

Theater (s. a. Drama). Das Theater. Sein Wesen, seine Geschichte, seine Meister. Von Professor Dr. K. Borinski. Mit 8 Bildnissen. (Nr. 11.)
Begreift das Drama als ein Selbstgericht des Menschentums und charakterisiert die größten Dramatiker der Weltliteratur bei aller Knappheit liebevoll und geistvoll, wobei es die dramatischen Meister der Völker und Zeiten tunlichst selbst reden läßt.

Theologie s. Bibel; Christentum; Jesus; Palästina; Religion.

Tierleben (s. a. Ameise; Mensch und Tier; Plankton). Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Von Professor Dr. K. Kraepelin. (Nr. 79.)
Stellt in großen Zügen eine Fülle wechselseitiger Beziehungen der Organismen zueinander dar. Familienleben und Staatenbildung der Tiere, wie die interessanten Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander werden geschildert.

——— Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie. Von Privatdozent Dr. Kurt Hennings. Mit 34 Abbildungen. (Nr. 142.)
Will die Einheitlichkeit des gesamten Tierreiches zum Ausdruck bringen, Bewegung und Empfindung, Stoffwechsel und Fortpflanzung als die charakterisierenden Eigenschaften aller Tiere darstellen und sodann die Tätigkeit des Tierleibes aus seinem Bau verständlich machen, wobei der Schwerpunkt der Darstellung auf die Lebensweise der Tiere gelegt ist. So werden nach einem Vergleich der drei Naturreiche die Bestandteile des tierischen Körpers behandelt, sodann ein Überblick über die sieben großen Kreise des Tierreiches gegeben, ferner Bewegung und Bewegungsorgane, Aufenthaltsort, Bewußtsein und Empfindung, Nervensystem und Sinnesorgane, Stoffwechsel, Fortpflanzung und Entwicklung erörtert.

——— Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. Friedrich Knauer. Mit 37 Abbildungen. (Nr. 148.)
Zeigt, von der ungeschlechtlichen Fortpflanzung zahlreicher niederster Tiere ausgehend, wie sich aus diesem Hermaphroditismus allmählich die Zweigeschlechtigkeit herausgebildet hat und sich bei verschiedenen Tierarten zu auffälligstem geschlechtlichem Dimorphismus entwickelt, an interessanten Fällen solcher Verschiedenheit zwischen Männchen und Weibchen, wobei vielfach die Brutpflege in der Tierwelt und das Verhalten der Männchen zu derselben erörtert wird.

Tierleben. Die Tierwelt des Mikroskops (die Urtiere). Von Privatdozent Dr. Richard Goldschmidt. Mit 39 Abbildungen. (Nr. 160.)

Bietet nach dem Grundsatz, daß die Kenntnis des Einfachen grundlegend zum Verständnis des Komplizierten ist, eine einführende Darstellung des Lebens und des Baues der Urtiere, dieses mikroskopisch kleinen, formenreichen, unendlich zahlreichen Geschlechtes der Tierwelt und stellt nicht nur eine anregende und durch Abbildungen instruktive Lektüre dar, sondern vermag namentlich auch zu eigener Beobachtung der wichtigen und interessanten Tatsachen vom Bau und aus dem Leben der Urtiere anzuregen.

——— Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere. Von Professor Dr. Otto Maas. Mit Karten und Abbildungen. (Nr. 139.)

Lehrt das Verhältnis der Tierwelt zur Gesamtheit des Lebens auf der Erde verständnisvoll ahnen, zeigt die Tierwelt als einen Teil des organischen Erdganzen, die Abhängigkeit der Verbreitung des Tieres nicht nur vor dessen Lebensbedingungen, sondern auch von der Erdgeschichte, ferner von Nahrung, Temperatur, Licht, Luft, Feuchtigkeit und Vegetation, wie von dem Eingreifen des Menschen und betrachtet als Ergebnis an der Hand von Karten die geographische Einteilung der Tierwelt auf der Erde nach besonderen Gebieten.

Tuberkulose. Die Tuberkulose, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Für die Gebildeten aller Stände gemeinfaßlich dargestellt von Oberstabsarzt Dr. W. Schumburg. Mit 1 Tafel und 8 Figuren im Text. (Nr. 47.)

Schildert nach einem Überblick über die Verbreitung der Tuberkulose das Wesen derselben, beschäftigt sich eingehend mit dem Tuberkelbazillus, bespricht die Maßnahmen, durch die man ihn von sich fernhalten kann, und erörtert die Fragen der Heilung der Tuberkulose, vor allem die hygienisch-diätetische Behandlung in Sanatorien und Lungenheilstätten.

Turnen s. Leibesübungen.

Verfassung (s. a. Fürstentum). Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches. Sechs Vorträge von Professor Dr. E. Loening. 2. Aufl. (Nr. 34.)

Beabsichtigt in gemeinverständlicher Sprache in das Verfassungsrecht des Deutschen Reiches einzuführen, soweit dies für jeden Deutschen erforderlich ist, und durch Aufweisung des Zusammenhanges sowie durch geschichtliche Rückblicke und Vergleiche den richtigen Standpunkt für das Verständnis des geltenden Rechtes zu gewinnen.

Verkehrsentwicklung (s. a. Automobil; Eisenbahnen; Funkentelegraphie; Post; Technik). Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900. Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung, sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft von Professor Dr. W. Lotz. 2. Auflage. (Nr. 15.)

Gibt nach einer kurzen Übersicht über die Hauptfortschritte in den Verkehrsmitteln und deren wirtschaftliche Wirkungen eine Geschichte des Eisenbahnwesens, schildert den heutigen Stand der Eisenbahnverfassung, das Güter- und das Personentarifwesen, die Reformversuche und die Reformfrage, ferner die Bedeutung der Binnenwasserstraßen und endlich die Wirkungen der modernen Verkehrsmittel.

Versicherung (s. a. Arbeiterschutz). Grundzüge des Versicherungswesens. Von Professor Dr. A. Manes. (Nr. 105.)

Behandelt sowohl die Stellung der Versicherung im Wirtschaftsleben, die Entwicklung der Versicherung, die Organisation ihrer Unternehmungsformen, den Geschäftsgang eines Versicherungsbetriebs, die Versicherungspolitik, das Versicherungsvertragsrecht und die Versicherungswissenschaft, als die einzelnen Zweige der Versicherung, wie Lebensversicherung, Unfallversicherung, Haftpflichtversicherung, Transportversicherung, Feuerversicherung, Hagelversicherung, Viehversicherung, kleinere Versicherungszweige, Rückversicherung.

Volkslied. Das deutsche Volkslied. Über Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges. Von Privatdozent Dr. J. W. Bruinier. 2. Auflage. (Nr. 7.)

Handelt in schwungvoller Darstellung vom Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges, unterrichtet über die deutsche Volksliederpflege in der Gegenwart, über Wesen und Ursprung des deutschen Volksgesanges, Skop und Spielmann, Geschichte und Mär, Leben und Liebe.

Volksschule s. Schulwesen.

Volksstämme. Die deutschen Volksstämme und Landschaften. Von Professor Dr. O. Weise. 3. Auflage. Mit 29 Abbildungen im Text und auf 15 Tafeln. (Nr. 16.)

Schildert, durch eine gute Auswahl von Städte-, Landschafts- und anderen Bildern unterstützt, die Eigenart der deutschen Gaue und Stämme, die charakteristischen Eigentümlichkeiten der Landschaft, den Einfluß auf das Temperament und die geistige Anlage der Menschen, die Leistungen hervorragender Männer, Sitten und Gebräuche, Sagen und Märchen, Besonderheiten in der Sprache und Hauseinrichtung u. a. m.

Volkswirtschaftslehre s. Amerika; Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Frauenbewegung; Japan; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung; Versicherung; Wirtschaftsgeschichte.

Wald. Der deutsche Wald. Von Professor Dr. Hans Hausrath. Mit 15 Textabbildungen und 2 Karten. (Nr. 153.)

Schildert unter besonderer Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung die Lebensbedingungen und den Zustand unseres deutschen Waldes, die Verwendung seiner Erzeugnisse, sowie seine günstige Einwirkung auf Klima, Fruchtbarkeit, Sicherheit und Gesundheit des Landes und erörtert zum Schlusse die Pflege des Waldes und die Aufgaben seiner Eigentümer, ein Büchlein also für jeden Waldfreund.

Warenzeichenrecht s. Gewerbe.

Wärme s. Chemie.

Wärmekraftmaschinen (s. a. Dampf). Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen (Gasmaschinen). Von Professor Dr. Richard Vater. 2. Auflage. Mit 34 Abbildungen. (Nr. 21.)

Will Interesse und Verständnis für die immer wichtiger werdenden Gas-, Petroleum- und Benzinmaschinen erwecken. Nach einem einleitenden Abschnitte folgt eine kurze Besprechung der verschiedenen Betriebsmittel, wie Leuchtgas, Kraftgas usw., der Viertakt- und Zweitaktwirkung, woran sich dann das Wichtigste über die Bauarten der Gas-, Benzin-, Petroleum- und Spiritusmaschinen sowie eine Darstellung des Wärmemotors Patent Diesel anschließt.

——— Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. Von Professor Dr. Richard Vater. Mit 48 Abbildungen. (Nr. 86.)

Ohne den Streit, ob „Lokomobile oder Sauggasmaschine", „Dampfturbine oder Großgasmaschine", entscheiden zu wollen, behandelt Verfasser die einzelnen Maschinengattungen mit Rücksicht auf ihre Vorteile und Nachteile, wobei im zweiten Teil der Versuch unternommen ist, eine möglichst einfache und leichtverständliche Einführung in die Theorie und den Bau der Dampfturbine zu geben.

Wasser s. Chemie.

Weltall (s. a. Astronomie). Der Bau des Weltalls. Von Professor Dr. J. Scheiner. 2. Auflage. Mit 24 Figuren im Text und auf einer Tafel. (Nr. 24.)

Stellt nach einer Einführung in die wirklichen Verhältnisse von Raum und Zeit im Weltall dar, wie das Weltall von der Erde aus erscheint, erörtert den inneren Bau des Weltalls, d. h. die Struktur der selbständigen Himmelskörper und schließlich die Frage über die äußere Konstitution der Fixsternwelt.

Weltanschauung (s. a. Kant; Menschenleben; Philosophie; Weltproblem). Die Weltanschauungen der großen Philosophen der Neuzeit. Von Professor Dr. L. Busse. 2. Auflage. (Nr. 56.)

Will mit den bedeutendsten Erscheinungen der neueren Philosophie bekannt machen; die Beschränkung auf die Darstellung der großen klassischen Systeme ermöglicht es, die beherrschenden und charakteristischen Grundgedanken eines jeden scharf herauszuarbeiten und so ein möglichst klares Gesamtbild der in ihm enthaltenen Weltanschauung zu entwerfen.

Weltäther s. Moleküle.

Welthandel. Geschichte des Welthandels. Von Oberlehrer Dr. Max Georg Schmidt. (Nr. 118.)

Eine zusammenfassende Übersicht der Entwickelung des Handels führt von dem Altertum an über das Mittelalter, in dem Konstantinopel, seit den Kreuzzügen Italien und Deutschland den Weltverkehr beherrschen, zur Neuzeit, die mit der Auffindung des Seewegs nach Indien und der Entdeckung Amerikas beginnt und bis zur Gegenwart, in der auch der deutsche Kaufmann nach dem alten Hansawort „Mein Feld ist die Welt" den ganzen Erdball erobert.

Weltproblem (s. a. Philosophie; Weltanschauung). Das Weltproblem von positivistischem Standpunkte aus. Von Privatdozent Dr. J. Petzoldt. (Nr. 133.)

Sucht die Geschichte des Nachdenkens über die Welt als eine sinnvolle Geschichte von Irrtümern psychologisch verständlich zu machen im Dienste der von Schuppe, Mach und Avenarius vertretenen Anschauung, daß es keine Welt an sich, sondern nur eine Welt für uns gibt. Ihre Elemente sind nicht Atome oder sonstige absolute Existenzen, sondern Farben-, Ton-, Druck-, Raum-, Zeit- usw. Empfindungen. Trotzdem aber sind die Dinge nicht bloß subjektiv, nicht bloß Bewußtseinserscheinungen, vielmehr müssen die aus jenen Empfindungen zusammengesetzten Bestandteile unserer Umgebung fortexistierend gedacht werden, auch wenn wir sie nicht mehr wahrnehmen.

Wetter. Wind und Wetter. Fünf Vorträge über die Grundlagen und wichtigeren Aufgaben der Meteorologie. Von Professor Dr. Leonh. Weber. Mit 27 Figuren im Text und 3 Tafeln. (Nr. 55.)

Schildert die historischen Wurzeln der Meteorologie, ihre physikalischen Grundlagen und ihre Bedeutung im gesamten Gebiete des Wissens, erörtert die hauptsächlichsten Aufgaben, die dem ausübenden Meteorologen obliegen, wie die praktische Anwendung in der Wettervorhersage.

Wirtschaftsgeschichte (s. a. Amerika; Eisenbahnen; Geographie; Handwerk; Japan; Rom; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung). Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im 19. Jahrhundert. Von Professor Dr. L. Pohle. (Nr. 57.)

Gibt in gedrängter Form einen Überblick über die gewaltige Umwälzung, die die deutsche Volkswirtschaft im letzten Jahrhundert durchgemacht hat: die Umgestaltung der Landwirtschaft; die Lage von Handwerk und Hausindustrie; die Entstehung der Großindustrie mit ihren Begleiterscheinungen; Kartellbewegung und Arbeiterfrage; die Umgestaltung des Verkehrswesens und die Wandlungen auf dem Gebiete des Handels.

Wirtschaftsgeschichte. Deutsches Wirtschaftsleben. Auf geographischer Grundlage geschildert von Prof. Dr. Chr. Gruber. Mit 4 Karten. (Nr. 42.)

Beabsichtigt, ein gründliches Verständnis für den sieghaften Aufschwung unseres wirtschaftlichen Lebens seit der Wiederaufrichtung des Reichs herbeizuführen und darzulegen, inwieweit sich Produktion und Verkehrsbewegung auf die natürlichen Gelegenheiten, die geographischen Vorzüge unseres Vaterlandes stützen können und in ihnen sicher verankert liegen.

——— Wirtschaftliche Erdkunde. Von Professor Dr. Chr. Gruber. (Nr. 122.)

Will die ursprünglichen Zusammenhänge zwischen der natürlichen Ausstattung der einzelnen Länder und der wirtschaftlichen Kraftäußerung ihrer Bewohner klar machen und das Verständnis für die wahre Machtstellung der einzelnen Völker und Staaten eröffnen. Das Weltmeer als Hochstraße des Weltwirtschaftsverkehrs und als Quelle der Völkergröße, — die Landmassen als Schauplatz alles Kulturlebens und der Weltproduktion, — Europa nach seiner wirtschaftsgeographischen Veranlagung und Bedeutung, — die einzelnen Kulturstaaten nach ihrer wirtschaftlichen Entfaltung (viele geistreiche Gegenüberstellungen!): all dies wird in anschaulicher und großzügiger Weise vorgeführt.

Zoologie s. Ameisen; Tierleben.

Übersicht nach den Autoren.

Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

Goldschmidt, Die Tierwelt d. Mikroskops.
Graetz, Licht und Farben.
Graul, Ostasiatische Kunst.
Gruber, Deutsches Wirtschaftsleben.
Gruber, Wirtschaftliche Erdkunde.
Günther, Das Zeitalter der Entdeckungen.
Hahn, Die Eisenbahnen.
v. Hansemann, Der Aberglaube in der Medizin.
Hartwig, Das Stereoskop.
Hassert, Die Polarforschung.
Hassert, Die deutschen Städte.
Haushofer, Bevölkerungslehre.
Hausrath, Der deutsche Wald.
Heigel, Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrh.
Heil, D. Städte u. Bürger im Mittelalter.
Heilborn, Die deutschen Kolonien. (Land und Leute.)
Heilborn, Der Mensch.
Hennig, Einführung in das Wesen der Musik.
Hennings, Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie.
Hesse, Abstammungslehre u. Darwinismus.
Hubrich, Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen.
Janson, Meeresforschung u. Meeresleben.
Ilberg, Geisteskrankheiten.
Kaupe, Der Säugling.
Kautzsch, Die deutsche Illustration.
Kirchhoff, Mensch und Erde.
Knabe, Geschichte d. deutsch. Schulwesens.
Knauer, Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt.
Knauer, Die Ameisen.
Kohler, Moderne Rechtsprobleme.
Kraepelin, Die Beziehungen der Tiere zueinander.
Krebs, Haydn, Mozart, Beethoven.
Kreibig, Die fünf Sinne des Menschen.
Külpe, Die Philosophie der Gegenwart.
Külpe, Immanuel Kant.
Küster, Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen.
Kuypers, Volksschule und Lehrerbildung der Ver. Staaten.
Laughlin, Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben.
Launhardt, Am sausenden Webstuhl der Zeit.
Leick, Krankenpflege.
Loening, Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches.
Lotz, Verkehrsentwcklg. i. Dtschl. 1800–1900.
Luschin von Ebengreuth, Die Münze.
Maas, Lebensbedingungen der Tiere.
Maier, Soziale Bewegungen u. Theorien.
von Maltzahn, Der Seekrieg.
Manes, Grundzüge d. Versicherungswes.
Maennel, Vom Hilfsschulwesen.
Martin, Die höh. Mädchenschule in Dtschld.
Matthaei, Deutsche Baukunst i. Mittelalt.
Mehlhorn, Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu.
Merckel, Bilder aus der Ingenieurtechnik.
Merckel, Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit.
Meringer, Das deutsche Haus und sein Hausrat.
Mie, Moleküle — Atome — Weltäther.
Miehe, Die Erscheinungen des Lebens.
von Negelein, Germ. Mythologie.
Oppenheim, Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit.
Otto, Das deutsche Handwerk.
Otto, Deutsches Frauenleben.
Pabst, Die Knabenhandarbeit.
Paulsen, Das deutsche Bildungswesen.
Petersen, Öffentliche Fürsorge für die hilfsbedürftige Jugend.
Petzoldt, Das Weltproblem.
Pfannkuche, Religion u. Naturwissensch.
Pischel, Leben und Lehre des Buddha.
Pohle, Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im 19. Jahrhundert.
von Portugall, Friedrich Fröbel.
Pott, Der Text des Neuen Testaments nach seiner geschichtl. Entwicklung.
Ranck, Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses.
Rathgen, Die Japaner.
Rehmke, Die Seele des Menschen.
Reukauf, Die Pflanzenwelt d. Mikroskops.
Richert, Schopenhauer.
Richter, Einführung in die Philosophie.
von Rohr, Optische Instrumente.
Sachs, Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers.
Scheffer, Das Mikroskop.
Scheid, Die Metalle.
Scheiner, Der Bau des Weltalls.
Schirmacher, Die mod. Frauenbewegung.
Schmidt, Gesch. des Welthandels.
Schubring, Rembrandt.
Schumburg, Die Tuberkulose.
Schwemer, Restauration und Revolution.
Schwemer, Die Reaktion u. die neue Ära.
Schwemer, Vom Bund zum Reich.
von Soden, Palästina.
von Sothen, D. Kriegswesen i. 19. Jahrh.
Spiro, Geschichte der Musik.
Stein, Die Anfänge der menschl. Kultur.
Steinhausen, Germanische Kultur in der Urzeit.
Sticher, Eine Gesundheitslehre für Frauen.
Teichmann, Der Befruchtungsvorgang.
Tews, Schulkämpfe der Gegenwart.
Tews, Mod. Erziehung in Haus u. Schule.
Thieß, Deutsche Schiffahrt.

Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

Thurn, Die Funkentelegraphie.
Tolksdorf, Gewerblicher Rechtsschutz in Deutschland.
Uhl, Entsteh. u. Entwickl. uns. Mutterspr.
Unold, Aufgab. u. Ziele d. Menschenlebens.
Vater, Theorie u. Bau der neueren Wärmekraftmaschinen. — Die neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. — Dampf u. Dampfmaschine.
Voges, Der Obstbau.
Volbehr, Bau u. Leben d. bildenden Kunst.
Wahrmund, Ehe und Eherecht.
Weber, Wind und Wetter.
Weber, Von Luther zu Bismarck. 2 Bdch.
Wedding, Eisenhüttenwesen.
Weinel, Die Gleichnisse Jesu.
Weise, Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit.
Weise, Die d. Volksstämme u. Landschaft.
Wieler, Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Aufgußgetränke.
Wilbrandt, Die Frauenarbeit.
Wislicenus, Der Kalender.
Witkowski, Das d. Drama d. XIX. Jahrh.
Wustmann, Albrecht Dürer.
Zacharias, Süßwasserplankton.
Zander, Nervensystem. — Leibesübungen.
Ziebarth, Kulturbilder aus griechischen Städten.
Ziegler, Allgem. Pädagogik. — Schiller.
v. Zwiedineck-Südenhorst, Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung.

Es werden folgen:

Alt, Physik der Kälte.
Anselmino, Das Wasser.
Arndt, Deutschlands Stellung in der Weltwirtschaft.
Auhagen, Agrarpolitische Zeitfragen.
Backhaus, Die Milch.
Bardeleben, Die menschliche Anatomie.
Barinck, Erforschung und künstliche Herstellung der Stoffe des Pflanzen- und Tierreichs.
Bendix, Geldmarkt.
Bitterauf, Die franz. Revolution.
— Napoleon und seine Zeit.
— Friedrich der Große.
Bock, Zeitmesser.
Böckel, Die deutsche Volkssage.
Börnstein, Wärmelehre.
Brandenburger, Deutschland u. Polen in ihren geschichtlichen Beziehungen.
Braun, Ethik.
Buchgewerbe und die Kultur. (Vorträge von: Focke, Hermelink, Kautzsch, Wäntig, Witkowski und Wuttke.)
Buchka, Geschichte der Chemie.
Buhl, Kultur des Islams.
Claasen, Deutsche Landwirtschaft.
Cohn, Führende Denker.
Cornils, Einführung in das Studium der Theologie.
Dähnhardt, Das Märchen.
Dippe, Die Hygiene des täglichen Lebens.
Doren, Die Hansa und die Entwickelung der deutschen Seemacht.
Eckert, Kolonialpolitik.
Endell, Städtebau.
Feßler, Die neueren Fortschritte der Chirurgie.
Fitzner, Allgemeine Völkerkunde.
Franke, Geschichte des deutschen Gefühls.
Fried, Internationales Leben der Gegenwart.
Friedrich, Die wirtschaftlichen Verhältnisse Asiens.
Fritz, Das moderne Volksbildungswesen.
Gaehde, Das Theater.
Gaupp, Kinderpsychologie.
Geffken, Grundzüge des Völkerrechts.
Gisevius, Die Pflanzen.
Graul, Die Entwickelung der deutschen Malerei im 19. Jahrhundert.
Gutzeit, Die Bakterien.
Haendke, Die deutsche Kunst im täglichen Leben.
Haguenin, Hauptströmungen der französischen Literatur.
v. Halle, Truste und Kartelle.
Heinrici, Recht und Rechtspflege in Deutschland.
Hellwig, Verbrechen und Aberglaube.
Hensel, Rousseau.
Hoffmann, Die europäischen Sprachen.
Jacob, Einleitung in das Studium der Geschichte.
Jaeschke, Dante.
Ihering, Wasserkraftmaschinen.
Jiriczek, Geschichte der engl. Dichtung.
Istel, Die musikalische Romantik in Deutschland.
— Das Kunstwerk Wagners.
Kahle, Ibsen, Björnson und ihre Zeitgenossen.
Kautzsch, Die Krebskrankheit.
Kirn, Die sittlichen Lebensanschauungen der Gegenwart.
Knabe, Das deutsche Schulwesen der Gegenwart.

Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

Köhler, Aufklärung.
Krumm, Das Drama.
Kühne, Geschichte der Freiheitskriege.
Kümmel, Photochemie.
Lampert, Welt der Organismen.
Landauer, Talmud.
Landsberg, Biologie.
Langenbeck, Englands Weltmacht.
Lehmann, Mystik.
— Die tierische Form in Beziehung zur Lebensweise der Tiere.
Lehmann-Haupt, Die babylonische Kultur.
— Schliemanns Ausgrabungen.
Lehner, Römische Kultur in Deutschland.
Leser, Börse und Börsengeschäfte.
Louis, Liszt und Berlioz.
Lyon, Einführung in die deutsche Sprach- und Literatur-Forschung.
Maas, Die geistige Entwickelung des Kindes.
Marcuse, Praktische Himmelskunde.
Matthäi, Die deutsche Baukunst vom 15. Jahrhundert bis zur Gegenwart.
May, Gesteinsbildende Tiere.
Mayer, Geschichte des westeuropäischen Beamtentums.
Menzer, Grundzüge der Ästhetik.
Meyer, Der Krieg im Zeitalter des Verkehrs.
— Das Neue Testament.
Meyer, R. M., Neuzeitliche Meister der Weltliteratur.
Mielke, Das deutsche Dorf.
Mollwo, Die deutschen Erwerbsgesellschaften.
Morgenroth, Die Statistik.
Most, Die Boden- und Wohnungsfrage.
Müller, Methoden der Physiologie.
— Die chemische Industrie.
Müller, S., Amerikanische technische Hochschulen.
Natorp, Pestalozzi.
Neurath, Antike Wirtschaftsgeschichte.
Ohr, Staat und Kirche im Mittelalter.
Oppenheim, Die Probleme der neueren Astronomie.
Peter, Die Planeten.
Pinder, Einführung in das Studium der Kunstgeschichte.
Pöschel, Die Luftschiffahrt.
Potonjé, Morphologie der Pflanzen.
Rehm, Deutsche Volksfeste und Volkssitten.
Reukauf, Die Pflanzenwelt des Mikroskops.
Richert, Einleitung in das Studium der Philosophie.
Riemann, Geschichte des deutschen Romans.
Rietsch, Die Grundlagen der Tonkunst.
Rosin, Herz, Blutgefäße, Blut und deren Erkrankungen.
Sallwürk, Einleitung in die wissenschaftliche Pädagogik.
Salomon, Die politische und kulturelle Entwickelung Rußlands.
Saenger, Das englische Kulturleben der Gegenwart.
v. Scala, Die Entwickelung des griechischen Volkes.
Scheibe, Die Minerale.
Scheler, Erkenntnislehre.
Schmidt, Bedeutung der Seemacht in der neueren Geschichte.
Schöne, Politische Geographie.
Schulz, Antike Wirtschaft, Technik und Kultur.
Schwarz, Allgemeine Finanzverwaltung.
Sieger, Der moderne Begriff der Nation.
— Shakespeare.
Solmsen, Die russische Literatur des 19. Jahrhunderts.
Spiro, Antikes Leben im Liede.
Steindorf, Kultur des alten Ägyptens.
Steinmann, Die Eiszeit und der urgeschichtliche Mensch.
Stöcker, Die Frau und die moderne Kultur.
Strauß, Mietrecht.
Thieß, Zeitungswesen.
Thumb, Die Völker der Balkanhalbinsel.
Tobler, Kolonialbotanik.
Troeltsch, Einführung in die Arbeiterfrage.
Trömner, Suggestion und Hypnotismus.
Trüper, Die Charakterfehler im Kindes- und Jugendalter.
Überschaer, Die deutsche Zollpolitik.
Unger, Das Buch und seine Herstellung.
Vater, Maschinenkunde.
Verworn, Mechanik des Geisteslebens.
Vischer, Paulus.
Vogt, Deutsches Vogelleben.
Vollers, Weltreligionen.
Walzel, Geschichte der deutschen Romantik.
Weber, Probleme der großindustriellen Entwickelung.
Weinstein, Entstehung der Welt und der Erde.
Wendscher, Goethes Welt- und Lebensanschauung.
Wentscher, Geschichte und Kritik des Materialismus.
Wernicke, Ansteckende Volkskrankheiten.
Wiedenfeld, Verkehrswesen.
— Die Seehäfen des Weltverkehrs.
Wobbermin, Wesen und Wahrheit der Religion.
Zur Straßen, Seelenleben der Tiere.

Aus deutscher Wissenschaft u. Kunst.

Die Sammlung soll dazu dienen, alle, die bestrebt sind, ihre Bildung zu erweitern, in die Lektüre wissenschaftlicher Werke einzuführen. Aus geisteswissenschaftlichen, naturwissenschaftlichen, religiösen und philosophischen Werken wird eine Auslese getroffen, die geeignet ist, in die wichtigsten Fragen auf den einzelnen Gebieten einzuführen, den Weg zu den Quellen zu weisen und zugleich die Kunstformen der Darstellung in Musterbeispielen zu zeigen. Die Erläuterungen räumen unter Beiseitelassen unnötiger Gelehrsamkeit und auf das knappste Maß beschränkt, nur solche Schwierigkeiten aus dem Wege, die eine unbefangene und rasche Aufnahme der Lektüre verhindern. Zunächst erschienen folgende Bändchen:

Zur Geschichte der deutschen Literatur. Proben literar-historischer Darstellung für Schule und Haus ausgewählt und erläutert von Dr. R. Wessely. geb. M. 1.20.

Inhalt: Vogt, Der Heliand. Uhland, Walther von der Vogelweide. v. Treitschke, Die neue Literatur. Gervinus, Lessing. Hettner, Herder. Bielschowsky, Goethe und Schiller. Bellermann, Schillers Don Carlos. Brahm, Kleists Hermannsschlacht. Scherer, Grillparzer. Mayne, Mörike als Lyriker. Schmidt, Gustav Freytag.

Zur Kunst. Ausgewählte Stücke moderner Prosa zur Kunstbetrachtung und zum Kunstgenuß herausgegeben von Dr. M. Spanier. Mit Einleitung, Anmerkungen und Bilderanhang. geb. M. 1.20.

Inhalt: Avenarius, Kunstgenuß und helfendes Wort. Avenarius, Rethel: Der Tod als Freund. v. Seidlitz, Deutsche Kunst. Springer, Albrecht Dürers Phantasiekunst: Ritter, Tod und Teufel. Hirth, Malerische Auffassungen und Techniken des Mittelalters und der Renaissance. Hirth, Das Natürliche in der Kunst. Lichtwark, Rembrandt: Der blinde Tobias. Lichtwark, Rembrandts Haus. Furtwängler, Medusa. Urlichs, Die Laokoongruppe. Bürkner, Gotische Schmuckformen. Borrmann, Andreas Schlüter. Bayersdorfer, Zur Charakteristik Michelangelos Bayersdorfer, Über Kunst. (Aphorismen.) Wölfflin, Die Teppichkartons Raffaels: Der wunderbare Fischzug. Justi, Velazquez: Die Übergabe von Breda. Schultze-Naumburg, Vom Bauernhaus. Gurlitt, Sachlicher Stil im Gewerbe. Gurlitt, Was will die Hellmalerei? Brinckmann, Meißner Porzellan. Floercke, Etwas über Böcklin. Thoma, Ansprache an die Freunde bei Gelegenheit seines 60. Geburtstages.

Zur Geschichte. Proben von Darstellungen aus der deutschen Geschichte für Schule und Haus ausgewählt und erläutert von Dr. W. Scheel. geb. M. 1.20.

Inhalt: Mommsen, Kelten und Germanen vor Cäsar. Brunner, Kriegswesen und Gefolgschaft. Freytag, Karl der Große. v. Giesebrecht, Gründung des Deutschen Reichs durch Heinrich I. v. Kugler, Der Kreuzzug Kaiser Friedrichs I. v. Below, Die Stadtverwaltung in ihrer Beziehung zu Handel und Gewerbe. Schäfer, Die Hanse. Lamprecht, Entwicklung der ritterlichen Gesellschaft. v. Treitschke, Luther und die deutsche Nation. v. Ranke, Die Epoche der Reformation und der Religionskriege. Schiller, Die Schlacht bei Lützen. Droysen, Fehrbellin. Friederich, Blücher und Gneisenau. v. Moltke, Schlacht bei Vionville — Mars la Tour (16. August). Marcks, Kaiser Wilhelm I. Anhänge.

Zur Erdkunde. Proben erdkundlicher Darstellung für Schule und Haus ausgewählt und erläutert von Dr. F. Lampe. geb. M. 1.20.

Inhalt: v. Humboldt, Über die Wasserfälle des Orinoko bei Atures und Maypures. Ritter, Aus der Einleitung zur „Erdkunde im Verhältnis zur Natur und zur Geschichte des Menschen oder allgemeine vergleichende Geographie". Peschel, Der Zeitraum der großen Entdeckungen. Barth, Reise in Adamaua, Entdeckung des Benuë. v. Richthofen, Aus China. v. Drygalski, Die deutsche Südpolarexpedition. Kirchhoff, Das Meer im Leben der Völker. Ratzel, Deutschlands Lage und Raum. Partsch, Das niederrheinische Gebirge, seine Täler und seine Tieflandbucht. v. d. Steinen, Jägertum, Feldbau und Steinzeitkultur der Indianer am Schingu. Geschichtlich-biographische Anmerkungen. Erklärung geologischer Fachausdrücke.

Zur Einführung in die Philosophie der Gegenwart. Acht Vorträge von Prof. Dr. A. Riehl.

2. Auflage. Geheftet M. 3.—, in Leinwand gebunden M. 3.60.

„Wir gestehen, daß uns selten die Lektüre eines Buches so viel geistigen Genuß bereitet hat, als die des vorliegenden. Der Verfasser hat es meisterhaft verstanden, die vielfach als äußerst langweilig und trocken verschriene Disziplin nicht nur interessant und fesselnd darzustellen, sondern es ist ihm auch gelungen, recht klar und allgemein verständlich zu schreiben, so daß jeder Gebildete getrost nach dem Buche greifen kann.“ (Leipziger Lehrerzeitung.)

„Von den üblichen Einleitungen in die Philosophie unterscheidet sich Riehls Buch nicht bloß durch die Form der freien Rede, sondern auch durch seine ganze methodische Auffassung und Anlage, die wir nur als eine höchst glückliche bezeichnen können. Nichts von eigenem System, nichts von langatmigen logischen, psychologischen oder gelehrten historischen Entwicklungen, sondern eine lebendig anregende und doch nicht oberflächliche, vielmehr in das Zentrum der Philosophie führende Betrachtungsweise. . . . Wir möchten somit das philosophische Interesse . . . mit Nachdruck auf Riehls Schrift hinweisen. (Monatsschr. f. höh. Schulen.)

Arbeit und Rhythmus. Von Prof. Dr. Karl Bücher.

Dritte, stark vermehrte Auflage. Geheftet M. 7.—, in Leinwand gebunden M. 8.—

„. . . Die übrige Gemeinde allgemein Gebildeter, welche nicht bloß diese oder jene Einzelheit der in der Bücherschen Arbeit enthaltenen wissenschaftlichen Errungenschaften interessiert, sondern die sich für die Gesamtheit des selbständigen und weitgreifenden Überblicks über den vielverschlungenen Zusammenhang von Arbeit und Rhythmus aufrichtig freuen darf, wird meines Erachtens dem bewährten Forscher auch dafür besonders dankbar sein, daß er ihr einen wertvollen Beitrag zu einer Lehre geliefert hat, welche die edelsten Genüsse in unserm armen Menschenleben vermittelt, nämlich zur Lehre von der denkenden Beobachtung nicht bloß welterschütternder Ereignisse, sondern auch alltäglicher, auf Schritt und Tritt uns begegnender Geschehnisse.“

(G. v. Mayr in der Beilage z. Allgem. Ztg.)

Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten. Von Prof. Troels-Lund.

Autorisierte Übersetzung von L. Bloch. Zweite Auflage. In Leinwand gebunden M. 5.—

„. . . Es ist eine wahre Lust, diesem kundigen und geistreichen Führer auf dem langen, aber nie ermüdenden Wege zu folgen, den er uns durch Asien, Afrika und Europa, durch Altertum und Mittelalter bis herab in die Neuzeit führt. . . . Es ist ein Werk aus einem Guß, in großen Zügen und ohne alle Kleinlichkeit geschrieben. . . . Wir möchten dem schönen, inhaltreichen und anregenden Buche einen recht großen Leserkreis nicht nur unter den zünftigen Gelehrten, sondern auch unter den gebildeten Laien wünschen. Denn es ist nicht nur eine geschichtliche, d. h. der Vergangenheit angehörige Frage, die darin erörtert wird, sondern auch eine solche, die jedem Denkenden auf den Fingern brennt. Und nicht immer wird über solche Dinge so kundig und so frei, so leidenschaftlos und doch mit solcher Wärme gesprochen und geschrieben, wie es hier geschieht. . . .“ (W. Nestle in den Neuen Jahrbüchern für das klassische Altertum.)

Das Erlebnis und die Dichtung. Lessing, Goethe, Novalis, Hölderlin. Vier Aufsätze von Wilhelm Dilthey.

Geheftet M. 4.80, in Leinwand gebunden M. 5.60.

„. . . Dieses tiefe und schöne Buch gewährt einen starken Reiz, Diltheys feinfühlig wägende und leitende Hand das künstlerische Fazit so außerordentlicher Phänomene im unmittelbaren Anschluß an die knappe, großlinige Darstellung ihres Wesens und Lebens ziehen zu sehen. Hier, das fühlt man auf Schritt und Tritt, liegt auch wahrhaft inneres Erlebnis eines Mannes zugrunde, dessen eigene Geistesbeschaffenheit ihn zum nachschöpferischen Eindringen in die Welt unserer Dichter und Denker geradezu bestimmen mußte. . . . Was diesen auf einen Lebenszeitraum von 40 Jahren verteilten — man wendet hier das Wort fast instinktiv an — klassischen Aufsätzen ein ganz besonders edles Gepräge gibt, das ist der goldene Schimmer geistiger Jugendfrische, der sie verklärt, die lautere Verehrung unserer höchsten literarisch-künstlerischen Kulturwerke, der den Ausdruck überall durchzittert. Hier schreibt Ehrfurcht und zwar lebendige Ehrfurcht, die sich den Geistern und ihrem Werk in liebendem Erkenntnisdrange hingibt und weiß, warum sie es tut.“ (Das literarische Echo.)

2001

Die hellenische Kultur. Dargestellt von Fritz Baum garten, Franz Poland, Richard Wagner. Mit 7 far gen Tafe 2 Karten und gegen 400 Abbildungen im Text und auf 2 Doppeltafeln. Geheftet *M.* 10. in Leinwand gebunden *M.* 12.—

„Ein Buch, „das, ohne mit Gelehrsamkeit zu prahlen, die wissenschaftliche Tüchtigkeit Verfasser bezeugt. Überall sind auch, bei der Behandlung der Kunst wie der des Schrifttu und der politischen Verhältnisse, die neuesten Funde eingehend berücksichtigt. Die Darstell ist meist knapp, aber inhaltreich, verständlich und gefällig. Trefflich ist gleich der kurze Abschr über Sprache und Religion in der Einleitung. Ganz meisterhaft scheint mir die Behandlung Kunst. Nirgends bloße Redensarten, selten Urteile, die für den Leser in der Luft schweb weil ihm die Anschauungen fehlen. Was zu sagen ist, wird meist an gut gewählte Beisp angeknüpft. Neben der äußerlichen Geschichte der Kunst kommt auch die Stilentwicklung vollem Recht. Das staatliche Leben, besonders in Athen, wird in allen seinen Betätigun anschaulich und doch nicht zu ausführlich vorgeführt. Vergleiche mit späteren Verhältnis erleichtern oft das Verständnis. Die Schilderung des geistigen Lebens hebt besonders die waltigeren Persönlichkeiten hervor, begnügt sich aber nicht mit bloßen Tatsachen und Urteil sondern führt, soweit tunlich, auch Proben an oder gibt Inhaltsangaben der überliefer Werke, die auch dem mit der griechischen Literatur unbekannten Leser ein Verständnis für Bedeutung dieser Geisteshelden eröffnen." (Lehrproben und Lehrgänge. 190

Das Mittelmeergebiet. Seine geograph. u. kulturelle Eigenart. Mit 9 Figur im Text, 13 Ansichten und 10 Karten auf 15 Tafe Von Professor Dr. A. Philippson. Geh. *M.* 6.—, in Leinwo geb. *M.* 7.—

„. . . Das vorliegende Werk eignet sich vorzüglich, um einem weiten Kreise allgem Gebildeter eine Vorstellung von dem zu geben, was Geographie heute ist, namentlich aber stetig wachsenden Zahl der Besucher des Mittelmeergebietes ein tieferes Verständnis für d was sie sehen, zu erschließen. Jeder sollte sich das Buch als Ergänzung seines Reisehandbu mitnehmen, und die Bibliotheken unserer Rundreisedampfer sollten es in mehreren Exemplar enthalten. . . . Auch dem Historiker, dem Kulturhistoriker, dem Soziologen bringt das B bedeutenden Gewinn. . . . Die Bilder sind vorzüglich gewählt und gut ausgeführt, die Kar sehr klare Veranschaulichungen des Textes." (Deutsche Literaturzeitun

Die Renaissance in Florenz und Rom. Acht Vorträge von Pro Dr. K. Brandi. 2. Aufl. Geh. *M.* 5.—, in Leinwand geb. *M.* 6

„. . . Im engsten Raum stellt sich die gewaltigste Zeit dar, mit einer Kraft und Gedrung heit, Schönheit und Kürze des Ausdrucks, die klassisch ist. Gerade was das größere Publik erlangen will und soll, kann es daraus gewinnen, ohne doch mit oberflächlichem Halbkenn überladen zu werden. Den tiefer Dringenden gibt das schöne Werk den Genuß einer nochmalig kurzen, knappen Zusammenfassung; als habe man lange in einer fernen, großartigen W gelebt, ganz von ihrem Sein und Wesen erfüllt, müsse nun Abschied nehmen und sehe sie n einmal mit einem Schlage vor sich, groß, kühn, farbenreich und nahe und ins Gedächtn unwandelbar eingegraben, indes man sich wieder der eigenen Zeit zuwendet und weiterwander (Die Natio

Die Entwicklung des deutschen Städtewesens. Vo Hugo Preuß. I. Band. Entwicklungsgeschichte der deutschen Städ verfassung. Geh. *M.* 4.80, in Leinwand geb. *M.* 6

Das vorliegende Werk stellt sich als erstes die Aufgabe einer zusammenfassenden B trachtung des deutschen Städtewesens in entwicklungsgeschichtlichem Zusammenhange sei Organisation und seiner Funktionen. Der erste, geschichtliche Band betrachtet so die deuts Verfassungsgeschichte, die sonst vom Standpunkte der Entwicklung des Reiches oder der Ter torialstaaten aus behandelt wird, unter dem Gesichtspunkte der bürgerlichen Entwicklung m dem Ergebnis, daß der ungelöste Gegensatz zwischen dem urbanen Verfassungsprinzip d freien Genossenschaft und dem agrarischen Organisationsprinzip des herrschaftlichen Verband alle Jahrhunderte der deutschen Entwicklung durchzieht.

So darf auch schon dieser erste Band — ein zweiter wird die Probleme der städtisch Verfassung und Verwaltung untersuchen, die sich aus der neuesten Entwicklung namentlich d großstädtischen Agglomerationen mit unabweislicher Notwendigkeit ergeben — aktuelles I teresse beanspruchen und von keinem ungelesen bleiben, der irgendwie an der Entwicklu unserer inneren Zustände praktisch oder ideell beteiligt ist.

Probeheft und Spezial-Prospekte über die einzelnen Abteilungen (mit Auszug aus dem Vorwort des Herausgebers, der Inhaltsübersicht des Gesamtwerkes, dem Autoren-Verzeichnis und mit Probestücken aus dem Werke) werden auf Wunsch umsonst u. postfrei vom Verlag versandt.

Von Teil I und II sind erschienen:

Teil I, Abt. 1: **Die allgemeinen Grundlagen der Kultur der Gegenwart.** Inhalt: Das Wesen der Kultur: W. Lexis. — Das moderne Bildungswesen: Fr. Paulsen — Die wichtigsten Bildungsmittel. A. Schulen und Hochschulen. Das Volksschulwesen: G. Schöppa. Das höhere Knabenschulwesen: A. Matthias. Das höhere Mädchenschulwesen: H. Gaudig. Das Fach- und Fortbildungsschulwesen: G. Kerschensteiner. Die geisteswissenschaftliche Hochschulausbildung: Fr. Paulsen. Die naturwissenschaftliche Hochschulausbildung: W. v. Dyck. B. Museen. Kunst- und Kunstgewerbe-Museen: L. Pallat. Naturwissenschaftlich-technische Museen: K. Kraepelin. C. Ausstellungen Kunst- und Kunstgewerbe-Ausstellungen: J. Lessing. Naturwissenschaftlich-technische Ausstellungen: O. N. Witt. D. Die Musik: G. Göhler. E. Das Theater: P. Schlenther. F. Das Zeitungswesen: K. Bücher. G. Das Buch: R. Pietschmann. H. Die Bibliotheken: F. Milkau. — Die Organisation der Wissenschaft: H. Diels [XV u. 671 S.] 1906. Preis geh. M. 16.—, in Leinwand geb M. 18.—

Teil I, Abt. 3, 1: **Die orientalischen Religionen.** Inhalt: Die Anfänge der Religion und die Religion der primitiven Völker: Ed. Lehmann. — Die ägyptische Religion: A. Erman. — Die asiatischen Religionen: Die babylonisch-assyrische Religion: C. Bezold. — Die indische Religion: H. Oldenberg. — Die iranische Religion: H. Oldenberg. — Die Religion des Islams: J. Goldziher. — Der Lamaismus: A. Grünwedel. — Die Religion der Chinesen: J. J. M. de Groot. — Die Religion der Japaner: a) Der Shintoismus: K. Florenz, b) Der Buddhismus: H. Haas. [VII u. 267 S.] 1906. Preis geh M. 7.—, in Leinwand geb. M. 9.—

Teil I, Abt. 4: **Die christliche Religion mit Einschluß der israelitisch-jüdischen Religion.** Inhalt: Die israelitisch-jüdische Religion: J. Wellhausen. — Die Religion Jesu und die Anfänge des Christentums bis zum Nicaenum (325): A. Jülicher — Kirche und Staat bis zur Gründung der Staatskirche: A. Harnack. — Griechisch-orthodoxes Christentum und Kirche in Mittelalter und Neuzeit: N. Bonwetsch. — Christentum und Kirche Westeuropas im Mittelalter: K. Müller. — Katholisches Christentum und Kirche in der Neuzeit: F. X. Funk. Protestantisches Christentum und Kirche in der Neuzeit: E. Troeltsch. — Wesen der Religion und der Religionswissenschaft: E. Troeltsch. — Christlich-katholische Dogmatik: J. Pohle — Christlich-katholische Ethik: J. Mausbach. — Christlich-katholische praktische Theologie: C. Krieg. — Christlich-protestantische Dogmatik: W. Herrmann. — Christlich-protestantische Ethik: R. Seeberg. — Christlich-protestantische praktische Theologie: W Faber — Die Zukunftsaufgaben der Religion und die Religionswissenschaft: H. J. Holtzmann. [XI u. 752 S.] 1906. Preis geh. M. 16.—, in Leinwand geb. M. 18.— Auch in 2 Hälften. 1 Geschichte der christlichen Religion: geh. M. 9.60, geb. M 11 — 2 Systematisch-christliche Theologie. geh. M. 6.60, geb. M. 8:—

Teil I, Abt. 5: **Allgemeine Geschichte der Philosophie.** Inhalt: Die Anfänge der Philosophie und die Philosophie der primitiven Völker: W Wundt. — Die orientalische Philosophie des Altertums, Mittelalters und der Neuzeit. Indische Philosophie: H Oldenberg. — Semitische Philosophie: J. Goldziher. — Chinesische Philosophie: W. Grube. — Japanische Philosophie: Jnouye. — Die europäische Philosophie: Altertum: H. v. Arnim. Mittelalter: Cl. Baeumker. Neuzeit: W Windelband. [ca. 25 Bogen.] Preis geh. ca. M. 8.—, in Leinw. geb. ca. M. 10.—

Teil I, Abt. 6: **Systematische Philosophie.** Inhalt: Das Wesen der Philosophie: W. Dilthey. — Logik und Erkenntnistheorie: A. Riehl. — Metaphysik: W. Wundt. — Naturphilosophie: W. Ostwald. — Psychologie: H. Ebbinghaus. — Philosophie der Geschichte: R. Eucken. — Ethik: Fr. Paulsen. — Pädagogik: W. Münch. — Ästhetik: Th. Lipps. — Die Zukunftsaufgaben der Philosophie: Fr. Paulsen. [VIII u. 432 S.] 1907 Preis geh. M. 10.—, in Leinwand geb. M. 12.—